LA PRATIQUE DE LA GESTION DES STOCKS

Pierre Zermati

Préface de
Pierre Gisserot

Dunod

Pierre Zermati

Ingénieur de l'Ecole Nationale Supérieure d'Electricité et de Mécanique, Pierre Zermati est entré à Electricité et Gaz d'Algérie où l'essentiel de sa carrière a été consacré aux approvisionnements (nomenclature, gestion des stocks, achats) et à diverses missions d'organisation.

Entré en 1962 à E.D.F.-G.D.F. et intégré dans l'équipe en cours de formation chargée d'étudier et de mettre en place l'informatique dans les approvisionnements de la Direction et de la Distribution, il est devenu le directeur de cette équipe et a ensuite été nommé Chef de Division au Service Central des Marchés d'E.D.F.

ISBN 2-04-019606-4
ISSN 0242-3812
Quatrième édition

PRÉFACE
à la 1re édition

Dans le secteur privé comme dans le secteur public, les entreprises et beaucoup d'organismes divers disposent souvent de stocks importants et ont pris conscience de l'intérêt tout particulier d'une gestion rationnelle dans ce domaine.

Dans le secteur public, de nombreux services ont cherché à améliorer cette gestion grâce à une codification appropriée des matériels et des articles divers qu'ils avaient à stocker. Une telle action permet de lutter contre des doubles emplois et des gaspillages et est justifiée par la conjoncture de pénurie que nous connaissons. Dans cette optique, en instituant par le décret n° 75-274 du 21 avril 1975 la Commission interministérielle de codification des matériels, le Gouvernement recherche l'instauration progressive d'une codification unifiée des articles de ravitaillement de nature à permettre une gestion sur le plan national.

L'ouvrage de Pierre ZERMATI présente le grand avantage de donner une information claire et opérationnelle dans un domaine complexe.

La présentation est simple et concrète. De nombreux exemples viennent étayer les développements plus généraux. Les notions essentielles sont regroupées dans un intéressant petit lexique dès le début du livre. L'articulation générale du plan est logique et permet une progression graduée dans la difficulté. Dans son introduction, l'auteur confie que le but de l'ouvrage est de « lever le voile, de montrer en termes simples

qu'une saine gestion des stocks peut et doit être réalisée, dans toutes les entreprises, quelle qu'en soit la taille, moyennant des méthodes aisées à mettre en œuvre, d'un coût dérisoire et génératrices de profits parfois insoupçonnés ». Ce pari paraît avoir été gagné avec brio. En effet, l'enjeu de la gestion des stocks est précisé avec une simplicité qui ne conduit aucunement au simplisme. Les méthodes de gestion font ensuite l'objet d'une description complète et très vivante avec une juste appréciation des démarches utiles et possibles à effectuer.

Puis Pierre ZERMATI recense les outils de gestion disponibles et analyse l'aspect comptable du problème avec rigueur et efficacité. On doit enfin noter l'intérêt particulier des développements sur les avantages de l'ordinateur au service de la gestion des stocks. Ce petit livre s'avère être en définitive un raccourci brillant, simple et complet en même temps, qui peut être d'une réelle utilité pour les gestionnaires comme pour les étudiants et les « honnêtes gens » soucieux d'une culture générale dans ce domaine.

Pierre GISSEROT,
Secrétaire Général de la
Commission centrale des marchés,
Inspecteur des Finances

AVANT-PROPOS de la quatrième édition

L'évolution du contenu de cet ouvrage, au fil de ses éditions successives, a suivi, pour l'essentiel, les progrès de l'informatique : ordinateurs de plus en plus performants mais de moins en moins coûteux, moyens de saisie de l'information de plus en plus simples et fiables, transmission des informations de plus en plus aisée et rapide.

En effet, cet ouvrage se voulant pratique, il était inutile d'y exposer des techniques permettant d'atteindre un grand degré de finesse dans l'estimation du risque lié aux aléas des demandes et des livraisons tant que l'on ne disposait pas d'un outil rapide et économique pour mémoriser et traiter les très nombreuses données nécessaires.

Parallèlement, l'étude de divers cas particuliers a été introduite pour répondre aux attentes de lecteurs qui éprouvaient quelque difficulté à adapter les méthodologies générales aux spécificités de leurs entreprises ou aux contraintes liées à certains produits, cette adaptation devant être ensuite obligatoirement transcrite dans les logiciels utilisés, faute de quoi les pires déboires peuvent se produire dans l'emploi de l'informatique.

Par ailleurs, le « zéro stock » ne pouvait pas ne pas être évoqué en cette fin de millénaire tant il a été mis à la mode et trop présenté comme une fin en soi ; mais il n'est en fait que le résultat asymptotique d'un

ensemble de dispositions organisationnelles de la production : rigoureuse programmation des fabrications et de la maintenance de l'outil de production, respect de la normalisation, choix judicieux dans la standardisation interne, amélioration de la qualité des produits tant achetés que fabriqués, capacité des fournisseurs à respecter leurs délais et à adapter rapidement leur production aux évolutions de la demande, sécurité et rapidité des transports, bonne qualification du personnel à tous les échelons, décentralisation autorisant des décisions permettant les actions immédiates pour faire face aux multiples aléas de toute activité humaine et industrielle.

Bien entendu, les directives du nouveau plan comptable général ont été prises en compte dans cette nouvelle édition.

Enfin, dans un nouveau chapitre, trois études de cas assez simples ont été exposées dans un but pédagogique à l'intention aussi bien des professeurs et des étudiants que des praticiens qui souhaiteraient confronter leur démarche habituelle aux résultats auxquels aboutissent les méthodes exposées dans cet ouvrage.

TABLE DES MATIÈRES

3 OUTILS DE LA GESTION MANUELLE DES STOCKS

4 COMPTABILITÉ DES STOCKS

5 APPORTS DE L'ORDINATEUR DANS LA GESTION DES STOCKS

6 LES MAGASINS

7 CRITÈRES D'APPRÉCIATION DE LA QUALITÉ DE LA GESTION DES STOCKS

8 NOTES COMPLÉMENTAIRES

INTRODUCTION

Si d'immenses progrès ont été réalisés dans les techniques de fabrication, arrivant à diminuer les prix de revient de façon spectaculaire, certaines fonctions dans l'entreprise continuent parfois à vivre à un rythme voisin de celui qu'elles connaissaient avant l'avènement de l'ère industrielle.

On peut cependant noter une évolution rapide des méthodes appliquées par les services de vente ; et les vocables « promotion des ventes », « marketing » sont même passés dans le langage courant. De leur côté, les comptables, héritiers d'une longue tradition, ont senti que la seule comptabilité de patrimoine était devenue insuffisante ; ils s'efforcent de mettre au point des techniques modernes propres à fournir aux responsables des entreprises les renseignements qui facilitent les prises de décision.

Quant aux approvisionnements, leur importance dans la vie de l'entreprise commence à être sinon nettement perçue du moins subodorée par les chefs d'entreprises, et même par le grand public. Cette prise de conscience, fruit des efforts de quelques spécialistes, est toute récente ; et s'il reste encore à la développer et à la concrétiser, c'est peut-être

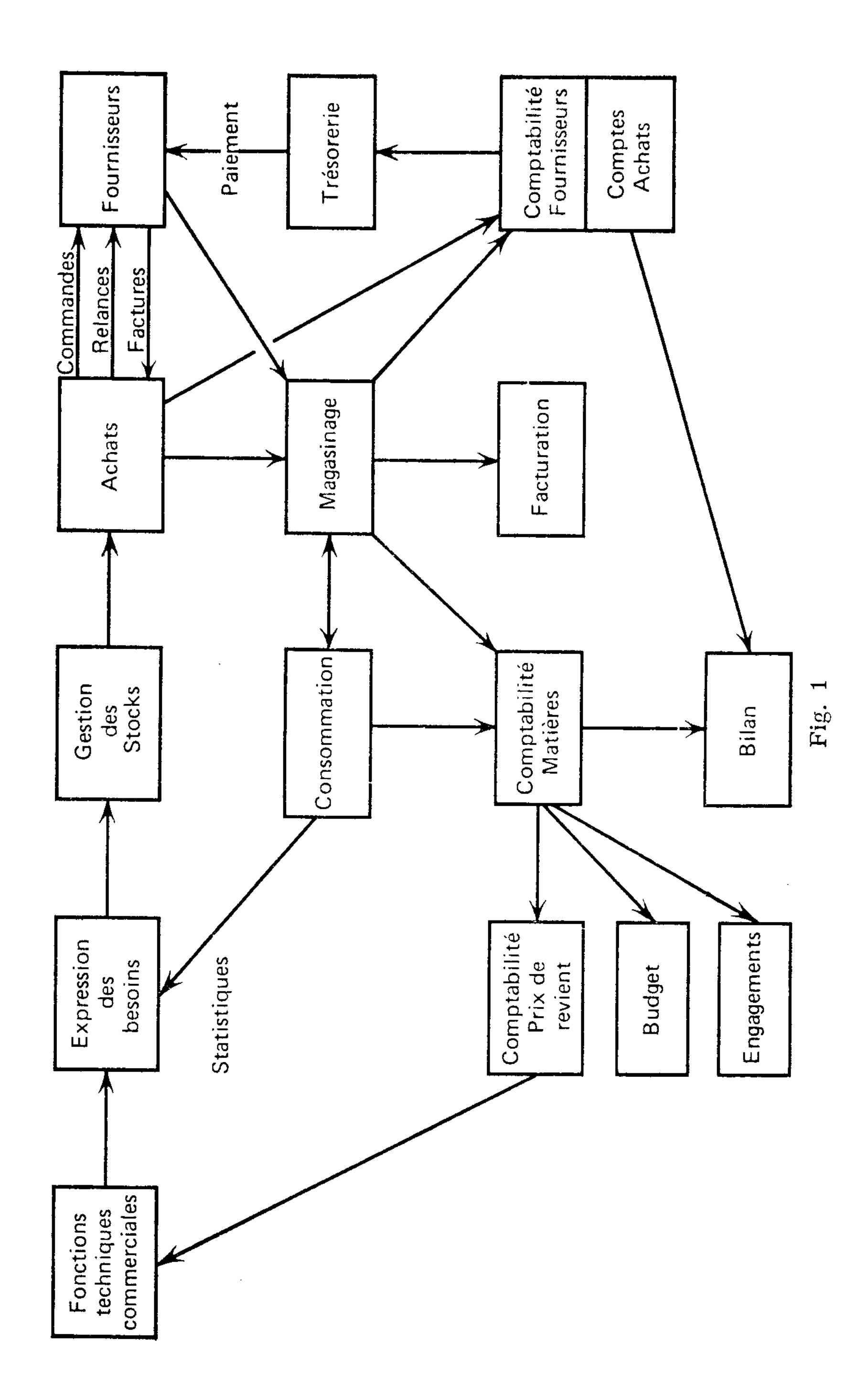

Fournisseurs
Paiement
Trésorerie
Comptabilité Fournisseurs
Comptes Achats
Commandes
Relances
Factures
Achats
Magasinage
Facturation
Gestion des Stocks
Consommation
Comptabilité Matières
Bilan
Expression des besoins
Statistiques
Comptabilité Prix de revient
Budget
Engagements
Fonctions techniques commerciales

Fig. 1

qu'une information étendue sur cette fonction n'a pas été assez largement diffusée.

La gestion des stocks, évoquée de plus en plus fréquemment dans la grande presse quotidienne, fait partie des approvisionnements au même titre que les achats et le magasinage. Et le public s'interroge sur cette « gestion des stocks », sentant confusément qu'il y a là un problème à résoudre, mais dérouté parce que l'on parle aussi bien du stock de confitures de la grand-mère que des stocks d'armes nucléaires. Et pour lui, la gestion des stocks reste entourée d'un halo de mystère.

Il n'y a pas de mystère.

Le but de cet ouvrage est de lever le voile, de montrer, en termes simples, qu'une saine gestion des stocks peut et doit être réalisée dans toutes les entreprises, quelle qu'en soit la taille, moyennant des méthodes aisées à mettre en œuvre, d'un coût dérisoire, et génératrices de profits parfois insoupçonnés.

Mais la gestion des stocks ne constitue pas une cellule isolée dans l'entreprise. La figure 1 montre qu'elle a des liaisons étroites avec d'autres fonctions, tant au sein des approvisionnements que dans l'entreprise entière.

Aussi ce petit livre, destiné à tous ceux qui recherchent des informations sur la gestion des stocks (chefs d'entreprises, responsables des ventes, des fabrications, approvisionneurs, comptables, informaticiens, organisateurs, étudiants et professeurs, et, pourquoi pas journalistes et simples curieux), tente-t-il de la définir non seulement au travers de ses techniques propres mais aussi en analysant ses relations avec d'autres fonctions dans l'entreprise. C'est ainsi que l'on mesurera, au passage, l'importance, du point de vue des approvisionnements, de la qualité de la programmation des ventes et de l'ordonnancement des travaux sources de prévisions de besoin ; et l'on verra aussi les liens qui existent entre la gestion des stocks et la comptabilité.

L'informatique, enfin, se répand, s'impose partout à un rythme accéléré. Mais il faut savoir ce que l'on en peut attendre afin de la maîtriser pour en tirer profit. C'est pourquoi un chapitre est consacré aux apports de l'ordinateur en matière de gestion des stocks et d'approvisionnements.

1. LES STOCKS

QU'EST-CE QU'UN STOCK ? DÉFINITIONS

Avant toute analyse de ce concept et des problèmes qu'elle soulève, on peut simplement dire qu'un stock est une provision de produits en instance de consommation. Pourquoi, quand, comment, où constituer un stock ? Autant de questions qui immédiatement viennent à l'esprit. Autant de réponses attendues, qui seront données dans les pages qui suivent.

Ce qu'il faut, c'est bien réfléchir pour préciser ces questions, pour bien poser le problème. « Un problème bien posé est à moitié résolu » disent les mathématiciens. L'ambition de ce livre est de bien poser le problème puis, faisant confiance aux mathématiques, de passer à l'étude des résultats obtenus en sautant, sciemment, les développements mathématiques qui permettent de les obtenir. La première des choses à faire est de fixer les définitions.

La définition simple du stock donnée au début de ce chapitre contient deux mots importants « produits » et « consommation » qu'il convient de préciser.

Produits

Sous ce vocable, on comprend :

Les marchandises : produits achetés pour être revendus en l'état.

Les matières premières : produits qui servent de base à la fabrication; elles se retrouvent dans les produits fabriqués.

Les matières consommables : produits qui concourent directement ou indirectement à la fabrication; ils peuvent, comme la boulonnerie, se retrouver dans les produits fabriqués ou, comme l'huile de coupe, ne pas s'y retrouver. Le petit outillage, les fournitures de bureau entrent dans cette catégorie.

A noter que, dans l'industrie, matières premières et matières consommables peuvent être des produits très élaborés constituant des sous-ensembles, achetés ou fabriqués par l'entreprise, destinés à être assemblés, après un usinage éventuel, pour constituer le produit fabriqué destiné à la vente.

Les produits finis : produits fabriqués, prêts à la vente.

Les emballages.

Les déchets, enfin, qui proviennent de la fabrication (copeaux de bois, d'acier...) ou de la récupération de démolition (ferrailles, vieux plomb...).

Cette définition des produits ne présume en rien de la matière dont le stock est comptabilisé (voir chapitre 4 - Comptabilité des stocks).

C'est ainsi que, dans de nombreuses entreprises industrielles, les grosses pièces de rechange destinées au dépannage éventuel des machines sont enregistrées en classe 2 (immobilisations), de manière à les amortir en même temps que la machine à laquelle elles sont destinées. Si l'on ne procède pas ainsi, lorsque la machine est désaffectée, démontée et vendue — généralement à la ferraille — les pièces de rechange, qui ne peuvent que suivre le sort de la machine, auront toujours à l'inventaire leur valeur d'origine, souvent très élevée; au moment de la vente à la ferraille, il en résultera une perte en comptabilité.

De même, de nombreuses matières consommables de faible valeur sont affectées dès l'achat à un compte de prix de revient (c'est souvent le cas des fournitures de bureau); il n'en existe pas moins, physiquement, un stock.

Et, dans la gestion des stocks, ce dont on se préoccupe c'est le stock physique, ce qui ne veut pas dire que l'on doive se désintéresser de l'aspect comptable.

Consommation

Pour un gestionnaire de stock, un produit est « consommé » dès qu'il est sorti du stock.

Du point de vue du commerçant, un produit sera considéré comme consommé dès qu'il sera vendu tandis que pour l'utilisateur final, il ne sera consommé que lorsqu'il aura été utilisé. C'est ainsi que si l'on prend le cas de l'huile d'arachide, le moment où elle sera considérée comme consommée, aux diverses étapes de son circuit vers l'utilisateur final, est le suivant :

Étape du circuit	Moment de « consommation »
Fabricant	Sortie du stock pour vente au grossiste.
Grossiste	Sortie du stock pour vente : — au détaillant, — acheteur en gros (hôpital, par exemple).
Magasin de l'hôpital	Sortie du stock à destination de la cuisine
Chef de cuisine	Emploi pour la confection des repas
Rationnaire	Repas

Articles en stock

Le mot « article » désignera tout élément constitutif du stock d'une entreprise. Deux articles sont distincts s'ils ne sont pas strictement interchangeables du point de vue de l'utilisateur.

Unité de comptage

C'est l'unité avec laquelle est comptée la quantité en stock : pièce, paire, dizaine, douzaine, grosse, kilogramme, litre, mètre, mètre carré, mètre cube, etc.

Unité d'emballage

C'est la quantité contenue dans l'emballage normal du fournisseur : fût de 50 l, carton de 48 pièces, sac de 20 kg, etc.

Unité d'achat

C'est la plus petite quantité entière que l'on puisse acheter auprès du fournisseur : 100 kg de ciment en sacs de 20 kg, 100 kg de tuyau de plomb en couronnes de 6 m, 1 t de profilé acier en I en longueurs de 10 m, etc.

Unité de facturation

C'est la quantité correspondant au prix unitaire de facturation par le fournisseur : *x* F/100 kg d'huile de graissage en fûts de 50 l, *y* F/km de câble sur tourets de 250 m, *z* F/la grosse de lames de scies en paquets de 12.

Mouvement de stock

Un stock est vivant, son niveau varie fréquemment ; il augmente par le jeu des entrées (livraisons de fournisseurs, retours sur trop-sorti, entrée sur récupération après démolition, rendu sur prêt, emprunt, retour après réparation, boni d'inventaire...), et des sorties (remise à un service, vente, perte, mali d'inventaire, casse, prêt, vol, destruction suite à incendie, inondation...).

Commande

A titre de simplification, ce mot désignera indifféremment :

— une commande individuelle passée après consultation des fournisseurs, négociation, signature du bon de commande,

— un ordre de livraison émis dans le cadre d'un marché de longue durée,

— une livraison prévue sur une commande à livraisons échelonnées.

Dans tous les cas, il y a contrat entre le fournisseur et l'acheteur, le contrat étant légalement parfait dès qu'il y a accord des deux parties « sur la chose et sur le prix » ; on peut considérer que, généralement, la date de mise à disposition fait partie des spécifications qui désignent la « chose ». Dans le commerce et l'industrie, la commande est, dans la plupart des cas, matérialisée soit par un contrat synallagmatique, signé par l'acheteur et par le fournisseur, soit par l'ensemble du bon de commande signé de l'acheteur et de l'accusé de réception signé du fournisseur et mentionnant son accord sur toutes les clauses du bon de commande.

Gestion des stocks

Gérer un stock, c'est faire en sorte qu'il soit constamment apte à répondre aux demandes des clients, des utilisateurs des articles stockés. Bien géré, un stock doit satisfaire, dans des conditions économiques, à cette exigence.

Dans cet ouvrage, lorsque les mots « gestion des stocks » seront employés, il s'agira, bien sûr, d'une bonne gestion des stocks.

Diverses catégories d'articles en stock

Les articles en stock peuvent être classés en diverses catégories liées à la nature de leur consommation. C'est ainsi que l'on est conduit à distinguer :

1 — **Les articles de consommation courante**, relativement régulière et continue, même si elle est saisonnière.

Sont des articles de consommation courante :

— les marchandises dont le stock est constamment renouvelé; les commerçants les appellent souvent « articles suivis » ;

— les matières premières (y compris les composants) dont le stock est toujours reconstitué en vue d'une fabrication relativement régulière et continue;

— les matières consommables d'utilisation courante, par opposition aux produits dont l'achat vise à satisfaire un besoin ponctuel et qui, donc, n'ont pas à être conservés en magasin ni à être enregistrés dans un compte de stock;

— les produits finis et les emballages correspondants lorsque l'entreprise produit pour le stock, par opposition à la production sur devis. (Les éventuels produits intermédiaires suivent le sort des produits finis correspondants.);

— les pièces de rechange d'usure, destinées à remplacer, sur un appareil ou dans une installation, des pièces qui s'usent en service normal.

2 — **Les pièces de rechange de sécurité**, destinées à remplacer, sur une machine ou dans une installation donnée, des pièces qui risquent de casser et donc à parer aux conséquences d'incidents à caractère aléatoire; la présence dans le stock de ces pièces se justifie par le souci d'assurer au mieux la continuité ou la sécurité de l'exploitation en éliminant du délai de dépannage ou de réparation le délai d'approvisionnement de la pièce nécessaire.

3 — **Articles en transit**, approvisionnés en vue de l'exécution de travaux bien déterminés et non renouvelables, et qui ne doivent séjourner que très peu de temps en magasin (en général, il s'agit de travaux destinés à créer de nouveaux investissements).

4 — **Articles déclassés** parce que techniquement dépassés ou parce que démodés.

5 — **Déchets** de fabrication ou de démolition.

On peut, d'ailleurs, être conduit à distinguer d'autres catégories telles que :

6 — **Stock de récupération** constitué d'articles provenant de dépose

ou de démolition et en attente d'une remise en état permettant leur réemploi. Bien entendu, si un article provenant d'une démolition n'a pas besoin de remise en état, il entre immédiatement dans l'une des catégories définies précédemment.

7 — **Stock de guerre** qui peut comprendre des articles classés dans une des catégories précédentes aussi bien que des articles spéciaux prévus pour l'état de guerre, tels que masques à gaz, cartes d'alimentation, etc.

8 — **Stock stratégique** constitué soit pour parer aux conséquences d'une rupture des approvisionnements liée à des événements politiques (guerre, embargo, grève de longue durée par exemple), soit pour réguler les cours des produits achetés ou pour se protéger de flambées des cours résultant d'événements politiques, économiques ou financiers.

Il est bien évident que les articles des catégories 4, 5 et 6 doivent être éliminés le plus rapidement possible. C'est le seul mode de gestion possible. La gestion du stock d'articles constituant le stock de guerre (catégorie 7) ne dépend que de la politique suivie en la matière par l'entreprise et des moyens dont elle dispose.

C'est à la gestion du stock d'articles d'utilisation courante qu'est consacré cet ouvrage. Cette catégorie de stock est souvent la plus importante dans les entreprises, au moins du point de vue des valeurs de consommation. En effet, si certaines pièces de sécurité devaient avoir des consommations importantes, c'est que leur utilisation deviendrait courante et elles devraient être traitées comme les articles de la catégorie précédente.

Cas des pièces de rechange de sécurité

La gestion du stock d'une pièce de rechange de sécurité fait intervenir, en premier chef, la probabilité du besoin, c'est-à-dire le risque que la pièce qu'elle est destinée à remplacer vienne à casser ; cette probabilité est d'autant plus difficile à définir que le besoin est rare et que, par suite de l'évolution des techniques nouvelles mettant en œuvre de nouveaux matériels et des technologies de fabrication, les statistiques issues d'un historique de plusieurs années n'ont qu'une valeur très relative.

En réalité, mettre en stock une pièce de rechange de sécurité c'est contracter une assurance destinée à couvrir le coût d'arrêt de la machine ou de l'installation à laquelle elle est destinée, pendant une durée égale à son délai d'approvisionnement ; la prime d'assurance comporte deux parties : une prime initiale égale au prix de la pièce (cette prime sera

récupérée si la pièce est utilisée) et une prime annuelle égale au coût annuel de possession de la pièce.

Il ne s'agit donc plus d'un problème de gestion de stock mais d'un problème d'assurance destiné à couvrir le coût d'un sinistre (arrêt de la machine ou de l'installation pendant le délai d'approvisionnement de la pièce de rechange) consécutif à la réalisation d'un risque (rupture de la pièce correspondante dans la machine ou l'installation). Ce sont alors les techniques des assurances qu'il faut faire jouer et non plus les méthodes de gestion des stocks.

Cependant, si le responsable des stocks peut estimer la probabilité de besoin d'une pièce de rechange de sécurité donnée et le coût de l'arrêt de la machine ou installation en panne pendant le délai d'approvisionnement de la pièce, la comparaison du coût de possession de la pièce et du coût du risque de panne permet de gérer le stock suivant un calcul analogue à celui qui est exposé au paragraphe « Principes de calcul du stock de protection », p. 65 consacré à la détermination du stock de protection d'un article d'utilisation courante.

Dans certains cas, tels que celui de la construction aéronautique, le constructeur fixe un programme de changement des pièces et composants en fonction de l'utilisation de l'appareil ou de l'installation (cette utilisation étant mesurée en heures, en kilomètres parcourus, en cycles de fonctionnement, etc.).

A noter que les pièces de rechange, qu'elles soient d'usure ou de sécurité, sont, chez le constructeur, des pièces détachées, c'est-à-dire des pièces fabriquées et vendues séparément des appareils ou installations auxquels elles sont destinées. Si ces appareils ou installations sont relativement nombreux, le constructeur peut traiter ces pièces détachées comme des articles d'utilisation courante.

IMPORTANCE DES APPROVISIONNEMENTS ET DES STOCKS

Il n'est pas rare que le montant annuel des achats atteigne 50 % du chiffre d'affaires de l'entreprise. Suivant les branches d'activités, il peut même atteindre un pourcentage de 75 %. Si l'on considère une entreprise où ce pourcentage est de 50 %, une diminution du volume des commandes de 2 % seulement, liée à une saine gestion des stocks,

conduit à une économie égale à 1 % du chiffre d'affaires ; elle est du même ordre de grandeur que les bénéfices distribués qu'elle permettrait, théoriquement, de doubler.

Quant aux sommes investies dans les stocks, elles sont souvent d'environ 20 % du chiffre d'affaires et atteignent parfois un pourcentage de 100 %. Si dans une entreprise ce pourcentage est de 30 %, une diminution du niveau des stocks, liée également à une saine gestion des stocks, libère une trésorerie égale à 10 % du chiffre d'affaires et entraîne une diminution des charges financières égale à 1 % de ce chiffre d'affaires ; l'économie réalisée est, là encore, égale au volume des bénéfices distribués.

Les économies que l'on peut retirer de bons approvisionnements sont donc appréciables. Mais, à l'opposé, des stocks pléthoriques peuvent conduire à la catastrophe et les Américains l'ont bien ressenti lors de la grande crise de 1929 ; ils ont d'ailleurs été les premiers, après ces événements, à prendre réellement conscience de l'importance des approvisionnements.

Les achats font donc, généralement, 50 % du chiffre d'affaires de l'entreprise. Mais le personnel affecté aux approvisionnements ne représente que 2 % des effectifs totaux ! La valeur ajoutée, dans l'entreprise, mobilise 98 % des effectifs. La disproportion est flagrante. Prenons une entreprise faisant 5 MF d'achats/an. L'affectation d'une personne qualifiée de plus aux approvisionnements devrait permettre d'économiser un minimum de 2 % sur ce chiffre grâce à une meilleure connaissance du marché, à une vérification plus poussée des factures, à une amélioration de la gestion des stocks. L'économie finale nette serait de 1 % du montant des achats, soit 0,5 % du chiffre d'affaires. Évidemment, le raisonnement ne peut pas être poussé à la limite.

Ce qu'il faut retenir, c'est qu'une petite dépense pour améliorer les approvisionnements a une rentabilité très supérieure à 1.

UTILITÉ ET INCONVÉNIENTS DES STOCKS

◆ Utilité du stock

En quoi un stock est-il utile?

Il sert d'abord à parer à la pénurie. C'est dans ce but que le pharaon avait constitué des stocks de blé pendant les années d'abondance pour pallier l'insuffisance des récoltes pendant les années suivantes. C'est aussi dans ce but que les ménagères, à l'approche d'une crise ou d'une menace de guerre, se précipitent chez l'épicier pour acheter de grandes quantités d'huile et de sucre.

Des stocks peuvent être aussi constitués dans un but spéculatif; on achète à bas prix pour revendre à la hausse. C'est ce que font les spéculateurs à la Bourse. Dans le même esprit, des organismes nationaux ou même internationaux font des stocks pour maintenir le prix de certains produits à un niveau à peu près constant; c'est ainsi que, si le cours du cuivre augmente trop, les organismes stockeurs en lancent sur le marché tandis que, s'il diminue trop, ils en achètent pour le raréfier et faire remonter le cours. Il fut un temps, en France, où les accapareurs étaient, d'ailleurs, guillotinés.

Un stock permet aussi d'assurer une consommation régulière d'un produit bien que sa production soit irrégulière. C'est le cas du vin : le stock de vin constitué après les vendanges est consommé tout au long de l'année; notons que le gouvernement stocke aussi le vin d'une part pour pallier la pénurie en cas de récolte insuffisante et d'autre part pour en régulariser les cours.

En achetant par grande quantité, on bénéficie en général d'une réduction du prix unitaire; on constitue alors un stock pour profiter de cet avantage. C'est ce que font certaines ménagères qui achètent le lait condensé par caisse de 50 boîtes à 1 F la boîte alors qu'achetée au détail la boîte coûte 1,20 F.

Faute de pouvoir transporter pratiquement certains produits en petites quantités, on est conduit à faire effectuer des livraisons par wagons complets, par pleins camions, par bateaux entiers ce qui entraîne la constitution d'un stock. On en déduit que, lorsque le produit en question est un fluide livrable sans interruption par canalisation, il n'y a pas lieu de constituer de stock; c'est ce qui se passe pratiquement pour

le gaz naturel (mis à part les points de stockage au stade de la production).

L'existence d'un stock se justifie aussi par le souci légitime de parer aux aléas de consommation même si celle-ci reste à peu près constante. Cette constance de la consommation est très nette dans l'utilisation du coke dans les aciéries : un haut fourneau en consommera 1 000 t par jour par exemple et on fera livrer tous les jours un train de coke de ce tonnage; en fait, la consommation enregistrée variera entre 800 t et 1 200 t. Le stock de coke absorbera ce qui n'est pas consommé dans une journée et le tiendra à disposition le jour où la consommation sera plus forte.

Le stock sert également à se prémunir contre les aléas de livraison; reprenons l'exemple de l'aciérie. Un haut fourneau ne doit jamais être arrêté car il se détériore en se refroidissant par le jeu des dilatations et le coût de la remise en état après un arrêt s'élève à des millions. Or, l'approvisionnement en coke risque d'être interrompu pendant quelques jours à cause d'une panne à la cokerie, d'une grève des chemins de fer, du gel des canaux. On constitue donc un stock qui permette de fonctionner quelques jours, au ralenti si nécessaire, pour parer à ces aléas.

Un stock permet de parer rapidement aux conséquences fâcheuses d'accidents possibles qui peuvent se produire à n'importe quel moment; chaque famille possède une réserve d'alcool, d'éther, de coton, de mercurochrome, tout en espérant n'avoir jamais à s'en servir. Dans les usines, ce stock comprend les pièces de sécurité qui serviront peut-être un jour à dépanner une machine si l'une des pièces venait à casser.

On stocke si la production devient supérieure à la consommation (c'est ce qui s'est passé lors de la crise de 1929 aux États-Unis).

Lorsqu'un produit n'est pas disponible immédiatement, le stock permet d'en disposer dès que le besoin s'en fait sentir et d'éviter ainsi l'attente parfois longue de la livraison (c'est, à la limite, le cas des stocks de guerre).

Enfin, l'existence d'un stock évite le dérangement dû à des achats ou des livraisons trop fréquentes; c'est ainsi que la ménagère ne va au marché que deux fois par semaine, qu'elle achète plusieurs boîtes d'allumettes en même temps.

Voici donc en quoi un stock est utile; nous remarquons que, quel que soit le but recherché, il existe une différence entre le rythme des livraisons et celui des utilisations. Nous pouvons ainsi nous résumer

en disant que le stock sert de régulateur entre des livraisons et des utilisations qui se font suivant des rythmes différents. Mais, déjà, on peut dire que tout stock dépassant le strict nécessaire pour jouer ce rôle de régulateur serait inutile, et même source de frais dépensés en pure perte.

◆ Inconvénients du stock

Après avoir examiné en quoi un stock est utile, il faut étudier quels en sont les inconvénients.

Le premier qui vient à l'esprit tient au caractère périssable de certains produits ; il ne viendrait à l'idée d'aucun boulanger de constituer un stock de pain. Mais de nombreux produits ne se conservent pas ou peu ou mal. Le ciment s'évente au bout de quelques jours ; les articles en caoutchouc ne se conservent pendant quelques mois qu'à la condition d'être maintenus à température constante et à l'abri de l'humidité.

Un deuxième inconvénient tient à la présence d'invendus, qui ont immobilisé une part plus ou moins grande de la trésorerie, sans aucun profit. La vente « au rabais » de ces articles ne permet guère que la récupération d'une partie de la trésorerie, et, de toute façon, elle se traduit par une perte enregistrée en comptabilité. Cependant, elle est la meilleure solution ; et conserver en stock les invendus ne ferait que continuer à geler de la trésorerie et fausserait le bilan. Enfin, ils encombrent les magasins, accaparent en pure perte le temps des magasiniers qui en font l'inventaire ; en un mot, ils pèsent sur les stocks.

La rupture est, dans cette énumération, le quatrième inconvénient des stocks. Pour un commerçant, la rupture entraîne un manque à la vente ; si elle se produit souvent, elle lui fera perdre sa clientèle. Dans une usine, c'est toute la fabrication qui risque de se trouver arrêtée.

N'oublions pas non plus qu'un stock doit être gardé (protection contre le vol), protégé des intempéries, de l'incendie, des rongeurs, des inondations.

Voici donc les inconvénients que présentent les stocks ; si nous les comparons à leur utilité, nous nous rendons compte que, malgré les inconvénients, un stock est utile et rend des services. Malheureusement tout se paie, y compris les services rendus par les stocks, et nous allons voir qu'ils coûtent cher.

COÛT DES STOCKS

Les stocks supportent trois sortes de frais. Les frais de passation de commande (parfois appelés frais d'acquisition) tiennent à la constitution et au renouvellement du stock et viennent s'ajouter au prix d'achat des articles. Les frais de possession du stock, inhérents à l'existence même d'un stock, vont majorer les prix à la sortie du magasin. Les frais de rupture de stock engendrés par le fait que le stock ne permet plus de satisfaire la demande. Pour arriver à une bonne gestion des stocks, c'est le total de ces trois catégories de frais qu'il faut minimiser.

◆ Frais de passation de commande

Ils comprennent tous les frais engagés pour faire des achats :

— salaires, majorés des charges sociales, des agents des services d'approvisionnements chargés de l'étude du marché, de la négociation, de la rédaction des bons de commande, de la surveillance du respect des délais et de la relance éventuelle des fournisseurs, des contrôles qualitatif et quantitatif à la livraison [1], de la vérification et de l'ordonnancement des factures, de la gestion des stocks ;

— salaires, majorés des charges sociales, des agents des services comptables chargés de l'enregistrement et du paiement des factures, de l'enregistrement, en comptabilité matières, des entrées en stock ;

— frais accessoires de fonctionnement de ces services : loyer des bureaux, chauffage, éclairage, fournitures de bureau, frais postaux, etc. ;

— frais de déplacement des agents ;

— frais de réception et d'essais des articles achetés (il s'agit des frais de contrôle de la qualité) ;

— frais d'informatique liés à la gestion des commandes et au traitement des entrées en stock.

L'essentiel de ces frais est constitué par des salaires et des charges salariales. Or, le pouvoir d'achat des salariés allant en croissant, au moins à long terme, ces frais ne peuvent qu'augmenter malgré des pro-

1. Ces contrôles sont effectués au magasin réceptionnaire ; les frais correspondants atteignent environ 10 % des frais de fonctionnement du magasin dans l'industrie et dans le commerce de gros et environ 1 % dans le commerce de détail.

grès de productivité de la fonction achat, progrès résultant notamment de la normalisation des produits achetés et de l'emploi de la bureautique et de l'informatique.

Pour apprécier leur importance relative, on peut les rapporter au montant des achats ; mais, en monnaie constante, les prix d'achat des produits vont en diminuant, au moins à long terme, alors que les frais d'acquisition augmentent.

C'est ainsi que ce ratio, qui s'établissait généralement, dans les diverses entreprises, autour de 1 % vers 1960, a atteint 1 à 2 % vers 1970 et se situe suivant les entreprises entre 1,5 et 4,5 % à la fin des années 1980.

De même, en rapportant les frais d'acquisition au nombre annuel de lignes de bons de commande, on trouvait généralement 5 à 30 F vers 1960, 15 à 80 F vers 1970 et on atteint 40 à 450 F à la fin des années 1980. On obtient ainsi une valeur moyenne des frais de passation d'une commande d'un article.

Les valeurs moyennes ainsi obtenues ne sont, bien entendu, que des approximations, faciles à calculer, des valeurs réelles; par exemple, les frais de passation de commande seront sans commune mesure selon que l'on commandera des bougies pour l'entretien des automobiles ou des tapis d'Orient destinés à la revente.

En première analyse, cette notion de frais moyens de passation de commande peut rester suffisante dans la mesure où une estimation montre qu'il n'y a pas de trop gros écarts entre les frais d'acquisition des divers articles achetés. Dans le cas contraire, il convient d'estimer les frais de passation d'une commande d'un article par familles de produit.

Il convient de noter que, généralement, les restitutions comptables ne sont que d'un assez faible secours dans la détermination des frais d'acquisition et des frais de passation d'une commande d'un article; on ne peut alors que les estimer. On verra au chapitre 2, paragraphe « Influence des erreurs d'estimation » que les conséquences des erreurs d'estimation ne sont toutefois pas rédhibitoires.

◆ Frais de possession du stock

Ces frais, inhérents à l'existence même du stock, comprennent deux catégories bien distinctes : charges financières et frais de magasinage.

Les charges financières pèsent sur les sommes investies dans les

stocks ; ce sont les intérêts des emprunts émis sous diverses formes pour financer les achats ; généralement, le taux de ces intérêts, qui était d'environ 6 à 7 % vers 1960, est passé de 14 à 15 % en 1970, a atteint 16 à 18 % au début des années 1980 et se situe aux environs de 10 à 14 % à la fin de ces mêmes années.

Les frais de magasinage sont constitués des éléments principaux suivants :

— coût du fonctionnement des magasins : salaires, charges salariales, éclairage, chauffage, force motrice, entretien des locaux, de l'équipement, des engins (moins la part comptée en frais d'acquisition au titre des frais de réception qui sont relatifs aux contrôles qualitatif et quantitatif à la livraison) ;
— amortissement ou loyer des locaux ;
— amortissement de l'équipement des locaux et des engins de manutention ;
— primes d'assurances ;
— pertes par détérioration, évaporation, destruction par les rongeurs, coulage, vol ;
— coût des transports entre magasins ;
— coût de l'obsolescence pouvant être très élevé pour certains articles qui se démodent rapidement, tels que les articles de mode ou les articles fabriqués suivant des techniques très évolutives ;
— coût de l'informatique et de comptabilité matières (moins la part comptée en frais d'acquisition).

Rapportés à la valeur moyenne du stock, ces frais ont tendance à croître à long terme sous la double influence de l'augmentation du pouvoir d'achat des salaires et de la diminution régulière de la valeur moyenne du stock, en monnaie constante, résultant d'une réduction en volume (conséquence d'une amélioration de leur gestion) et d'une baisse des prix d'achat. Aussi ces frais qui, au début des années 60, atteignaient 3 à 10 % de la valeur moyenne des stocks, suivant les entreprises, s'élevaient à 5 à 15 % vers 1970 et se situent entre 10 et 25 % dans les années 1980.

Au total, vers 1988, c'est 25 % à 45 % de la valeur moyenne des stocks qui, suivant les entreprises, sont dépensés annuellement en frais de possession du stock. Il est important de noter que c'est à la valeur moyenne investie dans les stocks que s'appliquent ces frais ; il faut donc savoir calculer avec exactitude un stock moyen en quantité et en valeur (cf. paragraphe suivant).

Cependant, les restitutions comptables ne permettent généralement

pas de calculer les frais de possession avec exactitude et on ne peut que les estimer, l'idéal étant de les estimer par familles d'articles lorsque cela est possible. Mais on verra au chapitre 2, paragraphe « Influence des erreurs d'estimation » que les conséquences des erreurs d'estimation ne sont pas rédhibitoires.

◆ Frais de rupture de stock

Ce sont les frais engendrés par le fait que, à un moment donné, le stock étant épuisé, il n'est plus possible de satisfaire la demande. En fait, il paraît nécessaire de préciser cette notion de rupture de stock.

D'abord, un stock peut être nul pendant un certain temps sans que, pour autant, il y ait à proprement parler rupture de stock ; il est par exemple normal que le stock d'antigel soit nul au printemps et en été.

D'un autre côté, un stock non nul peut être insuffisant pour satisfaire intégralement la demande qui se reportera sur un autre produit (si le stock ne peut fournir que 4 des 6 m de cornière de 30 demandés, le travail sera fait avec de la cornière de 35 dont le stock est suffisant).

Ainsi le passage à zéro du stock d'un article n'est une condition ni nécessaire, ni suffisante pour qu'il y ait rupture de stock ; aussi, la détection des cas qui engendrent des frais de rupture de stock n'est-elle pas toujours aussi aisée que cela pourrait sembler.

Reste à évaluer le coût d'une rupture de stock ; il peut être un manque à gagner, la perte d'un client, une pénalité de retard de livraison, une augmentation de prix de revient par substitution de matière, l'achat ou la location d'un produit de remplacement, un arrêt plus ou moins long de fabrication, un chômage technique partiel, un dépannage coûteux, etc.

Il est généralement très difficile, sinon impossible, d'évaluer de tels coûts ; mais on peut affirmer que, tout aussi généralement, ils sont très élevés.

◆ Ensemble des frais

Il s'agit donc de minimiser le total des frais d'acquisition, des frais de possession du stock et des frais de rupture de stock.

Mais, si on sait assez bien définir les frais d'acquisition et les frais de possession du stock, il faut bien reconnaître que, très généralement,

la comptabilité ne permet pas de les appréhender avec précision ; on ne peut que les estimer. Quant aux frais de rupture de stocks, ils restent, dans de très nombreux cas, totalement inconnus.

En outre, la gestion du stock se faisant article par article, ce qu'il faudrait faire, c'est apprécier ces trois catégories de frais pour chacun des articles du stock ; mais si l'on peut, dans certaines entreprises, les apprécier par catégorie d'articles, il est impossible de le faire pour chaque article.

Les paramètres fondamentaux de la gestion des stocks, c'est-à-dire les frais pesant sur les stocks, étant donc mal connus, il ne faudrait pas attendre de miracle de l'emploi de modèles mathématiques très sophistiqués.

◆ Cas des produits fabriqués

Lorsque l'entreprise fabrique des produits finis à partir de produits achetés, les frais supportés par le stock de produits finis sont les frais de lancement (essentiellement, coût du nettoyage et du réglage des machines lorsque l'on passe de la fabrication d'un produit à la fabrication d'un autre produit), les frais de possession du stock et les frais de rupture du stock.

Les frais de lancement sont en général assez difficiles à connaître avec précision et sont alors estimés avec une certaine part d'arbitraire.

STOCK MOYEN, COURBE EN DENTS DE SCIE

Le niveau du stock d'un article diminue d'une manière discontinue au rythme des sorties. La représentation graphique de l'évolution du stock entre deux livraisons successives est une courbe en escalier ; cependant, on peut, à titre de simplification, remplacer cette courbe en escalier par une droite, le lissage de la courbe étant d'autant plus admissible que l'on raisonne sur un espace de temps plus long. Dans cette hypothèse, la diminution du stock entre deux livraisons successives est représentée par une droite et chaque livraison est représentée par un segment vertical dont la longueur est proportionnelle à la quantité livrée. On

obtient alors une représentation suivant une courbe en « dents de scie » telle que celle de la figure 1.1.

Sur cette figure, à l'origine, le stock est au niveau s ; il diminue pendant le temps t_1 jusqu'au niveau s_1 pour remonter à ce moment au

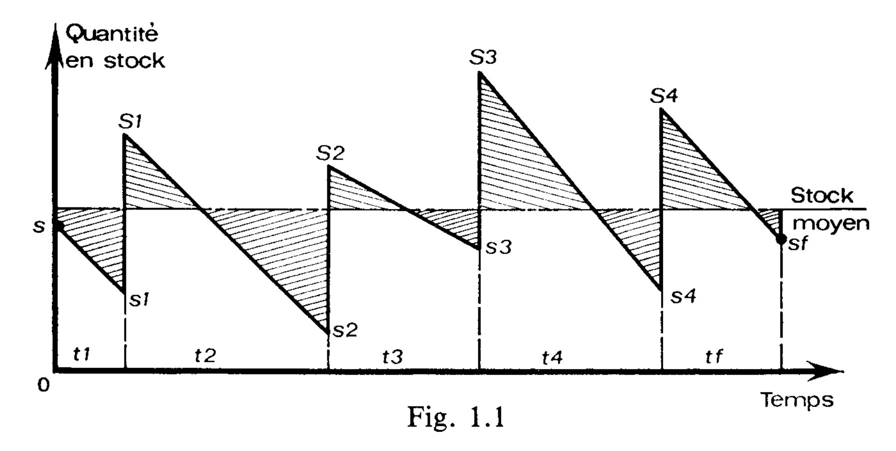


Fig. 1.1

niveau S_1 grâce à la livraison de la quantité $s_1 S_1$; il reprend alors sa décroissance jusqu'au niveau s_2 atteint au moment de la livraison de $s_2 S_2$ qui intervient au bout du temps t_2 après la livraison précédente. Ce phénomène se reproduit jusqu'au moment où la représentation graphique est arrêtée ; à cette date, le niveau du stock est s_f. Le stock moyen S_m est donné par la formule :

$$S_m (t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_f) =$$

$$\frac{s + s_1}{2} t_1 + \frac{S_1 + s_2}{2} t_2 + \frac{S_2 + s_3}{2} t_3 + \frac{S_3 + s_4}{2} t_4 + \frac{S_4 + s_f}{2} t_f$$

Il est représenté par une droite horizontale sur la figure 1.1 ; les surfaces comprises entre la courbe en dents de scie et cette droite, de part et d'autre de cette droite, sont égales (surfaces hachurées sur la figure 1.1). Cette propriété permet de trouver rapidement, avec une bonne approximation, le stock moyen à partir d'une représentation graphique. On voit sur la figure qu'il serait faux de prendre comme stock moyen la moyenne du stock initial s et du stock final s_f.

Cependant, il n'est pas toujours facile d'obtenir les données permettant de construire la courbe en dents de scie ; en effet, la comptabilité ne fournit généralement les stocks qu'à des dates déterminées, en fin de mois par exemple. On peut se contenter, pour déterminer le stock

moyen au cours d'une année, de prendre la moyenne des stocks en fin de mois. Sur la figure 1.2 sont superposées la courbe en dents de scie (trait plein) et la courbe obtenue en prenant les stocks en fin de mois (trait discontinu), dont les valeurs sont : 3 - 2,5 - 4,2 - 3,5 - 1,8 - 3,8 - 3,2 - 5,2 - 4,4 - 2,4 - 4,9 - 4,5 - 3,5 ; le stock moyen calculé en prenant la moyenne de ces stocks est 3,61 arrondi à 3,6 alors que le calcul à partir de la courbe en dents de scie est 3,53 arrondi à 3,5 ; la différence est très faible et parfaitement admissible.

1• Évolution du stock moyen en fonction du nombre de livraisons

Reprenons l'article dont la courbe en dents de scie a été tracée sur la figure 1.2, donnant un stock moyen de 3,5, et supposons que les quantités fournies à chaque livraison soient diminuées de moitié, le nombre de livraisons étant doublé, le total des quantités livrées et consommées dans l'année restant le même. Les courbes en dents de scie correspondant aux deux hypothèses sont dessinées sur la figure 1.3. On voit que le stock moyen diminue et passe de $S_m = 3,5$ à $S'_m = 2,8$.

On conçoit déjà ainsi que la cadence des livraisons est un facteur important qui joue sur le coût du stock.

2• Stock de protection

Imaginons un article idéal dont les consommations seraient parfaitement régulières. Sa courbe en dents de scie serait celle indiquée en trait plein sur la figure 1.4. On voit qu'une partie du stock, représentée par la zone hachurée, n'est théoriquement jamais utilisée ; c'est le « stock de protection ». En fait, la courbe en dents de scie de l'article réel serait celle dessinée en trait discontinu sur la même figure, et l'on voit que ce stock de protection sert à parer aux augmentations de la consommation réelle par rapport à la consommation théorique moyenne ; s'il n'y avait pas de stock de protection, il y aurait des ruptures de stock. La partie du stock située au-dessus du stock de protection est appelée « stock actif ».

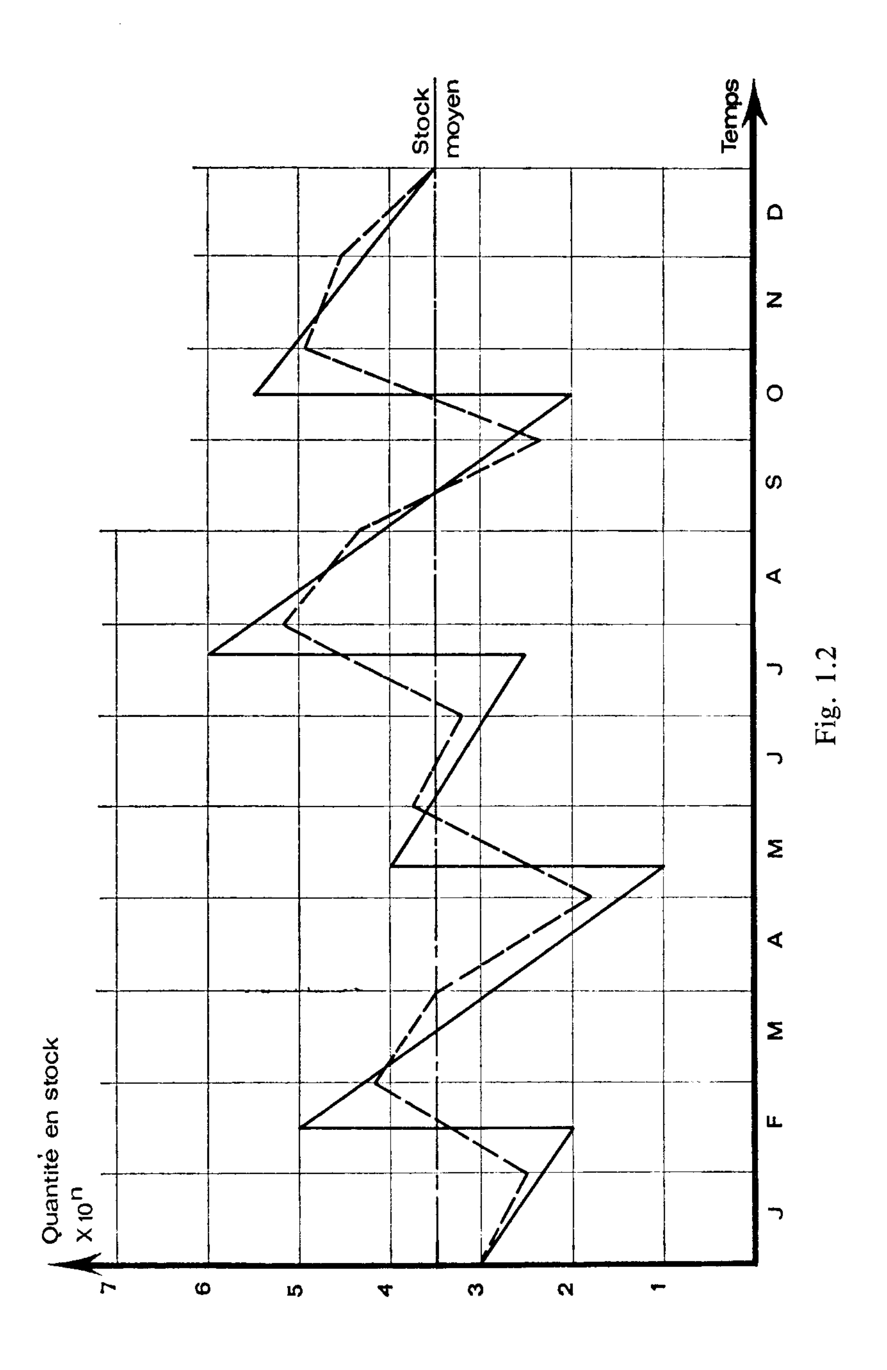

Quantité en stock
X 10n
Stock
moyen
Temps
J
F
M
A
M
J
J
A
S
O
N
D
1
2
3
4
5
6
7

Fig. 1.2

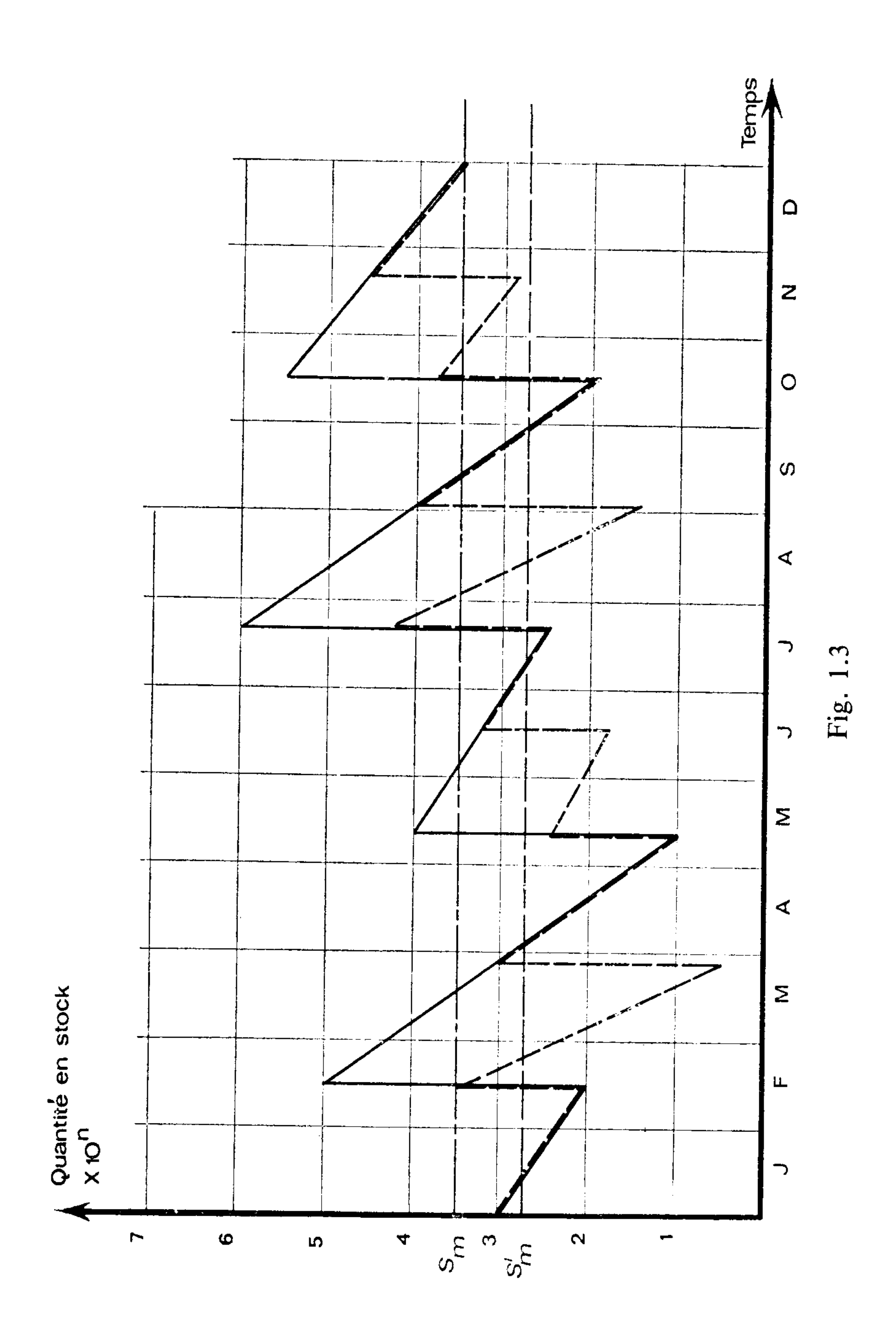


Fig. 1.3

Reprenons la courbe en dents de scie théorique de ce même article. Si nous appelons V la consommation annuelle, n le nombre de livrai-

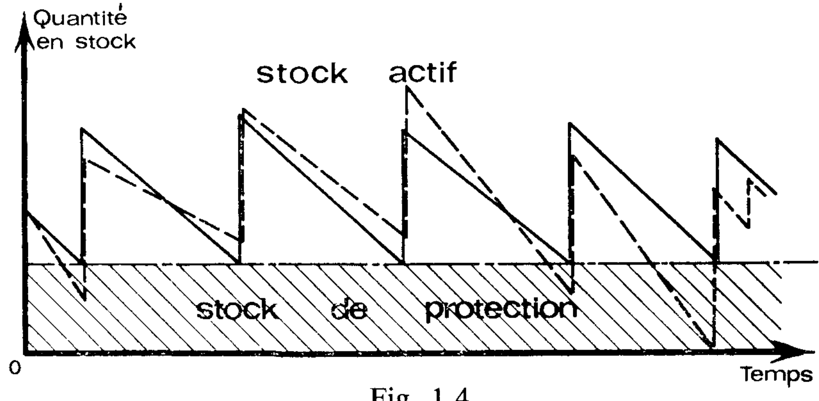


Fig. 1.4

sons et H le stock de protection, le stock moyen est, lorsque les consommations sont parfaitement régulières :

$$\text{Stock moyen} = \frac{V}{2n} + H$$

APPRÉCIATION DE LA QUALITÉ DE LA GESTION DU STOCK

Avant d'approfondir l'étude de la gestion des stocks, il convient d'apprécier, dans l'entreprise, la qualité de l'utilisation du stock.

EXEMPLE

Deux commerçants vendent, entre autres, des flacons de parfum identiques, qu'ils achètent 40 F et qu'ils revendent 60 F; ils en vendent tous deux 100 par mois, ce qui donne un chiffre d'affaires mensuel de 6 000 F et un bénéfice brut (prix de vente moins prix d'achat) de 2 000 F par mois, soit 24 000 F par an.

Le premier a, tout au long de l'année, un stock moyen de 100 flacons, d'une valeur de 100 × 40 = 4 000 F, sur lequel pèsent des frais de possession de $\frac{15}{100} \times 4\,000 = 600$ *F; il reste, sur le bénéfice brut, 24 000 − 600 = 23 400 F.*

Le stock moyen du second est de 200 flacons, d'une valeur de

200 × 40 = 8 000 F; les frais de possession du stock s'élèvent à $\frac{15}{100} \times 8\,000 = 1\,200$ *F et il reste sur le bénéfice brut 24 000 − 1 200 = 22 800 F.*

On voit que, toutes choses égales par ailleurs, le premier commerçant utilise mieux son stock que le second; on peut même dire qu'il l'utilise deux fois mieux puisqu'il a deux fois moins de frais.

Le premier a utilisé, dans l'année, $\frac{1\,200}{100} = 12$ *fois son stock tandis que le second ne l'a utilisé que* $\frac{1\,200}{200} = 6$ *fois.*

Le rapport de la consommation annuelle au stock moyen permet de mesurer l'efficacité de l'utilisation du stock. Ce rapport s'appelle le taux de rotation du stock.

$$\text{taux de rotation} = \frac{\text{consommation annuelle}}{\text{stock moyen}}$$

Ce même ratio peut être appliqué non seulement à un article déterminé mais à un ensemble d'articles ou au stock tout entier; dans ce cas, il convient évidemment, d'utiliser les valeurs en francs de la consommation annuelle et du stock moyen [1].

EXEMPLE

Article	Consommation annuelle	Stock moyen	Prix unitaire	Taux de rotation
A	1 200	100	40	12
B	1 500	200	30	7,5
C	4 000	800	2	5
D	100	40	50	2,5
E	2 000	200	10	10
F	2 500	500	20	5

Le taux de rotation de l'ensemble du stock est :

$$\frac{1\,200 \times 40 + 1\,500 \times 30 + 4\,000 \times 2 + 100 \times 50 + 2\,000 \times 10 + 2\,500 \times 20}{100 \times 40 + 200 \times 30 + 800 \times 2 + 40 \times 50 + 200 \times 10 + 500 \times 20} = 6{,}87$$

1. On peut aussi utiliser la notion de couverture moyenne du stock qui donne le nombre de mois de consommation moyenne assurée par le stock moyen. Elle est égale à $\frac{\text{stock moyen}}{\text{consommation moyenne mensuelle}}$.

On a évidemment : couverture × taux de rotation = 12.

Pour une valeur donnée de la consommation annuelle, le taux de rotation est d'autant plus élevé (ce qui est une présomption de bonne gestion) que la valeur du stock moyen est plus faible.

NÉCESSITÉ D'UNE SAINE GESTION DU STOCK

Il apparaît maintenant que, malgré ses inconvénients, un stock, « **ensemble des marchandises ou des articles accumulés dans l'attente d'une utilisation ultérieure plus ou moins proche et qui permet d'alimenter les utilisateurs au fur et à mesure de leurs besoins sans leur imposer les délais et les à-coups d'une fabrication ou d'une livraison par des fournisseurs** » [1], est utile, sinon indispensable ; mais il coûte cher et il convient de bien le gérer pour l'utiliser avec la plus grande efficacité possible.

Bien entendu, tout stock qui serait constitué dans un but autre que celui qui ressort strictement de sa définition ou de la recherche d'une gestion économique ne relèverait pas de la gestion des stocks. On ne stocke pas pour stocker, comme l'avare qui accumule les pièces pour le seul plaisir de les contempler, ni pour se donner une impression, sinon une illusion, de richesse. On ne doit avoir un stock que si l'on ne peut pas ajuster, économiquement, le flux des livraisons au flux des consommations.

1. *Cf.* A. Rambaux, *Gestion économique des stocks*, Dunod, 1969.

2. RENOUVELLEMENT ÉCONOMIQUE DES STOCKS

RÉPARTITION DES ARTICLES SUIVANT LA MÉTHODE *ABC*

Classons les n articles en stock dans l'ordre des valeurs décroissantes des consommations annuelles et cumulons, au niveau de chacun d'eux, le montant de leur consommation annuelle avec les montants des consommations annuelles des articles qui les précèdent. Enfin, rapportons ces montants cumulés au montant total des consommations W. On obtient le tableau de la page suivante.

Ce mode de classement des articles ne fait que reprendre la « Distribution de Pareto » [1]. On constate généralement que :

— les premiers 10 % d'articles font environ 75 % des consommations (tranche A),

— les 25 % suivants d'articles font environ 20 % des consommations (tranche B),

— et que, en conséquence, 65 % des articles ne font que 5 % du montant total des consommations (tranche C).

1. *Cf.* A. Rambaux, *Op. cit.*

Rang	Nombre cumulé d'articles en %	Désignation de l'article	Valeur de consommation annuelle		
			de l'article	cumulée	cumulée en % du total
1	$1/n$	L	W_1	W_1	W_1/W
2	$2/n$	B	W_2	$W_1 + W_2$	$(W_1 + W_2)/W$
3	$3/n$	J	W_3	$W_1 + W_2 + W_3$	$(W_1 + W_2 + W_3)/W$
4	$4/n$	C	W_4	$W_1 + W_2 + W_3 + W_4$	
	10 %				70 %
i	i/n	T	W_i	$W_1 + W_2 + W_3 + \ldots W_i$	$(W_1 + \ldots + W_i)/W$
	35 %				95 %
$n - 2$	$(n - 2)/n$	P	W_{n-2}	$W_1 + W_2 + \ldots + W_i + \ldots + W_{n-2}$	$(W_1 + \ldots + W_{n-2})/W$
$n - 1$	$(n - 1)/n$	K	W_{n-1}	$W_1 + W_2 + \ldots + W_i + \ldots + W_{n-1}$	$(W_1 + \ldots + W_{n-1})/W$
n	100 %	E	W_n	$W_1 + \ldots + W_i + \ldots + W_n = W$	100 %

D'ailleurs, il se trouve fréquemment que nombre de ces derniers articles ont une consommation annuelle nulle et que, de ce fait, dans l'élaboration du tableau x, on atteint 100 % du montant des consommations avant d'arriver à 100 % des articles.

Il est possible de transcrire les résultats du tableau précédent sur un graphique et l'on obtient alors une courbe qui a l'allure de la courbe en trait plein de la figure 2.1. Sur cette même figure, la courbe en pointillés représente la répartition des mêmes articles qui serait obtenue en les classant non plus dans l'ordre des valeurs décroissantes des consommations annuelles, mais dans l'ordre des valeurs décroissantes des stocks.

Ces résultats montrent, à l'évidence, qu'il faut examiner souvent les articles de la tranche *A* pour les réapprovisionner (tous les mois par exemple), moins fréquemment ceux de la tranche *B* (tous les trois mois par exemple), et encore moins ceux de la tranche *C* (tous les six ou douze mois), en échelonnant ces examens dans le temps. On voit ainsi

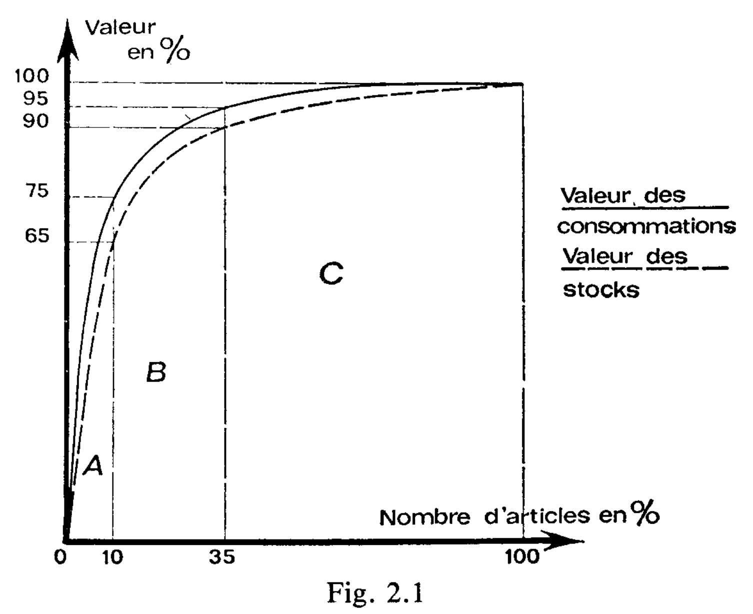


Fig. 2.1

apparaître une notion de gestion sélective des stocks, en fonction de l'importance de la valeur de consommation de chaque article. Mais cette seule répartition des articles en trois tranches n'est pas suffisante pour résoudre complètement le problème qui se pose à un gestionnaire des stocks :

— Quand faut-il commander ?
— Combien faut-il commander ?

PÉRIODE ÉCONOMIQUE DE COMMANDE

◆ Évolution du coût du stock en fonction du nombre de commandes passées dans l'année

Reportons-nous à la courbe en dents de scie de la figure 1.1 qui met en évidence que le stock comprend deux parties :
— le stock de protection qui ne sert qu'à éviter des ruptures de stock,
— le stock actif qui sert à honorer les demandes de produits.

Bien que le stock de protection et le stock actif ne soient pas totalement indépendants, on peut, par mesure de simplification, les dissocier, et nous commencerons par examiner comment évolue le stock actif en fonction du nombre n de commandes passées dans l'année.

Soit V la consommation annuelle. Chaque livraison est égale à $\frac{V}{n}$. Le stock actif moyen est $\frac{V}{2n}$ et sa valeur est $\frac{Vu}{2n}$, u étant le prix unitaire de l'article. Si nous appelons z le taux des frais de possession du stock de cet article, les frais de possession seront : $\frac{Vuz}{2n}$ inversement proportionnels à n et représentés par une hyperbole sur la figure 2.2.

Par contre, les frais de passation de commande sont proportionnels à n et ils se montent à nf, en appelant f les frais de passation d'une commande de l'article considéré. Ils sont représentés par une droite sur la figure 2.2.

Les frais totaux qui pèsent sur le stock actif sont

$$\frac{Vuz}{2n} + nf$$

La courbe représentative de ces frais totaux peut être construite point par point comme indiqué sur la figure 2.2. On démontre par un simple calcul de dérivée [1] que cette courbe passe par un minimum (figuré par le point M') obtenu à l'égalité des frais de possession et des frais de passation de commande.

1. *Cf.* Notes complémentaires : Calcul de la période économique de commande, p. 171.

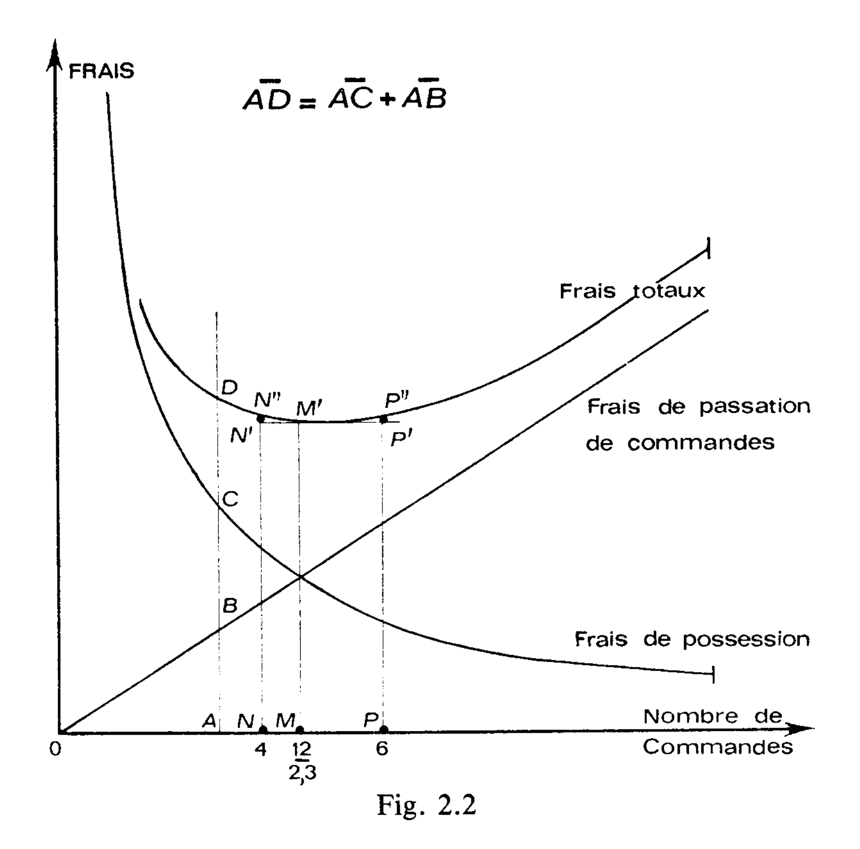


Fig. 2.2

◆ Formule de la période économique de commande

A ce minimum correspond un nombre « économique » de commandes à passer auquel est liée une période économique de commande p séparant l'émission de deux commandes successives : $p = \frac{12}{n}$ mois.

On démontre[1] que la période.économique d'un article est donnée par la formule

$$p = \sqrt{\frac{288\,f}{Vuz}}$$

dans laquelle f = frais de passation d'une commande, V = consommation annuelle, u = prix unitaire, z = taux des frais de possession.

1. *Cf.* Notes complémentaires : Calcul de la période économique de commande, p. 171.

◆ Commentaires sur la formule donnant *p*

1• Valeurs simples à retenir pour la période économique de commande

Il est évident que lorsqu'on applique cette formule à un article, on tombe en général sur un nombre fractionnaire. Par exemple, avec $f = 70$ F et $z = 35$ %, si la consommation annuelle d'un article coûtant 1,18 F l'unité est de 9 200 unités, on trouverait que la période économique de commande est $p = 2,3$ mois à laquelle correspond un nombre de commandes égal à $\frac{12}{2,3}$ (voir figure 2.2). Et il serait très mal commode de passer une commande de cet article tous les 2,3 mois. Aussi peut-on penser à adopter la période de 2 mois ou celle de 3 mois qui encadrent la période économique, et auxquelles correspondent $\frac{12}{2} = 6$ ou $\frac{12}{3} = 4$ commandes à passer dans l'année. Ce faisant, les frais totaux ne seront plus à leur minimum *MM'*, mais auront des valeurs représentées par *NN''* (4 commandes par an) et *PP''* (6 commandes par an). Les frais supplémentaires ainsi ajoutés au minimum théorique sont représentés par *N'N''* et *P'P''*.

Or, la courbe représentative des frais totaux est très plate au voisinage de son minimum *M'* et les frais supplémentaires *N'N''* et *P'P''* sont très faibles par rapport au minimum théorique *MM'*. On démontre[1] que si l'on retient comme valeurs simples de la période de commande :

$$\boxed{p = 0,5 - 1 - 2 - 3 - 6 - 12 \text{ mois}}$$

auxquelles correspondent des nombres de commandes passées dans l'année : $n = 24 - 12 - 6 - 4 - 2 - 1$, le supplément de frais introduits ne dépasse jamais 6 % du minimum théorique obtenu par application de la formule donnant la période économique de commande *p* (voir plus haut).

On est ainsi fondé de retenir les seules valeurs simples de la période de commande définies ci-dessus. Il convient toutefois de noter, dès maintenant, que la valeur 0,5 mois ne peut être retenue que si le délai d'établissement et de signature du bon de commande est inférieur à

1. *Cf.* Notes complémentaires : Valeurs simples de la période économique de commande, p. 172.

un demi-mois. S'il en était autrement, au moment où l'on calculerait la quantité à commander, on ne connaîtrait pas encore la commande résultant du calcul effectué une période avant.

2• *Valeur des frais de passation d'une commande*

Le paramètre *f* représente les frais de passation d'une commande de l'article considéré. Dans le raisonnement qui vient d'être fait, on compare, en fait, le coût d'une commande supplémentaire à la diminution correspondante des frais de possession du stock. Il en résulte que, en réalité, le paramètre *f* représente le coût d'une commande marginale.

En toute logique, tant que la variation du nombre de bons de commandes n'entraîne pas de variation des effectifs, les frais de passation d'une commande ne devraient comprendre que des frais proportionnels, tels que le coût des imprimés et fournitures de bureau, les frais postaux. Si, par contre, un accroissement (ou une diminution) du nombre de bons de commande entraîne une variation des effectifs d'acheteurs, dactylographes, vérificateurs de factures, réceptionnaires, comptables, il faut en tenir compte, ainsi que de la variation concomitante des frais généraux (loyer des locaux, amortissement du mobilier, éclairage, chauffage, etc.). Il faut toutefois noter qu'il y a un minimum au-dessous duquel on ne peut pas descendre.

Cependant, cette analyse des coûts est délicate et peut nécessiter la mise en œuvre de moyens d'investigation importants. De plus, la méthode de gestion sélective des stocks décrite entraîne généralement une diminution du nombre de bons de commandes par rapport à des méthodes moins élaborées (telles que celles consistant à réapprovisionner systématiquement tous les articles tous les trois mois ou à visiter de temps à autre le magasin pour détecter les articles qu'il faut commander)[1]. C'est pourquoi l'on se contente généralement de prendre, comme frais de passation d'une commande, des frais moyens, faciles à connaître, et non pas des frais marginaux. Toutefois, il pourra être intéressant d'estimer ces frais de passation de commande par grandes catégories de matériels. En outre, il conviendra de vérifier une fois par an, par exemple, que cette estimation est toujours bonne.

1. On verra que le calendrier donné en exemple figure 2.9 pour 1 640 articles conduit à faire 4 900 réapprovisionnements par an ; le réapprovisionnement systématique trimestriel de tous les articles en ferait faire 1 640 × 4 = 6 560.

3• *Valeur des frais de possession du stock*

Le paramètre z représente les frais de possession du stock et, comme pour les frais de passation de commande, il s'agit en réalité des frais de possession d'un stock marginal. Aussi, tant que la variation du nombre de bons de commande n'entraîne pas de modification des locaux affectés au magasinage ni d'évolution des effectifs de magasiniers, les frais de possession du stock ne devraient-ils comprendre que des frais proportionnels tels que les charges financières, les primes d'assurances, le coût de l'obsolescence.

Là encore, l'analyse des coûts est délicate et peut être onéreuse et c'est pourquoi, pour ce genre de frais, on se contente, généralement, de frais moyens, faciles à connaître.

4• *Influence des erreurs d'estimation de f et z*

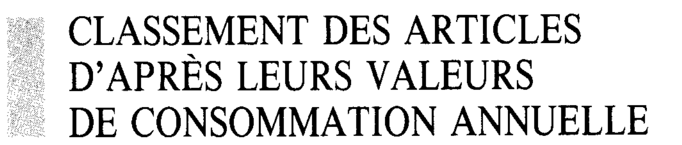
Dans la formule donnant la période économique de commande, $p = \sqrt{\frac{288 f}{Vuz}}$, les paramètres f et z n'interviennent que par la racine carrée de leur rapport. Aussi les erreurs d'estimation des valeurs à attribuer à ces deux paramètres n'auront-elles que des répercussions très amorties sur le résultat. On voit immédiatement que, si l'on a adopté f = 70 F et z = 35 % alors qu'en réalité ces frais sont respectivement de 76 F et de 38 %, il n'y a aucun changement sur le résultat.

Erreur sur z	Erreur sur f					
	– 25 %	– 10 %	0	+ 10 %	+ 25 %	+ 50 %
– 25 %	0	+ 9 %	+ 16 %	+ 21 %	+ 30 %	+ 41 %
– 10 %	– 9 %	0	+ 5 %	+ 11 %	+ 18 %	+ 29 %
0	– 13 %	– 5 %	0	+ 5 %	+ 12 %	+ 22 %
+ 10 %	– 18 %	– 10 %	– 5 %	0	+ 7 %	+ 17 %
+ 25 %	– 23 %	– 15 %	– 11 %	– 6 %	0	+ 10 %
+ 50 %	– 29 %	– 23 %	– 18 %	– 14 %	– 9 %	0

Fig. 2.3

Le tableau de la figure 2.3 donne le taux de l'erreur résultante sur la période économique de commande p en fonction des taux des erreurs

faites dans l'estimation de f et de z. Il montre bien que si les erreurs d'estimation de f et de z sont de même sens et du même ordre de grandeur, l'erreur résultante sur p est faible. Ces constatations justifient les approximations que l'on fait en adoptant pour f et z non pas des valeurs marginales mais des valeurs moyennes.



CLASSEMENT DES ARTICLES D'APRÈS LEURS VALEURS DE CONSOMMATION ANNUELLE

◆ Calcul des seuils de périodicité

Il serait peu commode de se livrer, pour chaque article, au calcul de la période économique p par application de la formule :

$$p = \sqrt{\frac{288\,f}{Vuz}}.$$

Dans une entreprise, f et z sont connus et la période économique de commande p ne dépend que de la valeur de la consommation annuelle, Vu. Il est alors tentant de chercher les seuils, en valeur de la consommation annuelle, qui séparent les articles de période 0,5 - 1 - 2 - 3 - 6 - 12 mois.

On démontre [1] que, si l'on appelle p_1 et p_2 deux valeurs successives de la période p prise dans la série 0,5 - 1 - 2 - 3 - 6 - 12, le seuil, en valeur de consommation annuelle, qui sépare les articles dont les périodes de commande retenues sont p_1 et p_2 est donné par :

$$(Vu)_{1,2} = \frac{288\,f}{p_1\,p_2\,z}$$

On trouve par exemple que si f = 70 F (frais de passation d'une commande) et z = 35 % (frais de possession du stock), les seuils, en valeur de consommation annuelle, qui séparent les articles de période 0,5 - 1 - 2 - 3 - 6 - 12 mois sont les suivants :

p en mois	0,5	1	2	3	6	12
Seuils en F	115 200	28 800	9 600	3 200	800	

1. *Cf.* Notes complémentaires : Calcul des seuils de périodicité, p. 175.

Cela revient à dire que, en fonction de la valeur de consommation annuelle *Vu*, un article déterminé aura une période économique de commande *p* donnée par le tableau suivant :

Valeur de la consommation annuelle	Période économique de commande
$Vu \geq 115\,200$ F	$p = 0{,}5$ mois
28 800 F $\leq Vu <$ 115 200 F	$p = 1$ mois
9 600 F $\leq Vu <$ 28 800 F	$p = 2$ mois
3 200 F $\leq Vu <$ 9 600 F	$p = 3$ mois
800 F $\leq Vu <$ 3 200 F	$p = 6$ mois
$Vu <$ 800 F	$p = 12$ mois

EXEMPLE

Dans une entreprise où les frais de passation d'une commande sont $f = 70$ F et les frais de possession du stock sont $z = 35$ %, les consommations mensuelles d'un article coûtant 3 F ont été les suivantes :

janvier : 106	*mai : 111*	*septembre : 109*
février : 115	*juin : 108*	*octobre : 114*
mars : 109	*juillet : 107*	*novembre : 109*
avril : 112	*août : 113*	*décembre : 107*

La consommation annuelle est 1 320 et sa valeur est 1 320 × 3 = 3 960 F. Cette valeur est supérieure au seuil (3 200 F) séparant les articles de période 3 mois des articles de période 6 mois. La période économique de commande de l'article considéré sera donc de 3 mois.

◆ Influence des erreurs d'estimation de *f* et *z*

Dans la formule donnant le seuil, en valeur de consommation annuelle, qui sépare les articles dont les périodes de commande sont p_1 et p_2 : $(Vu)_{1,2} = \frac{288\,f}{z} \times \frac{1}{p_1\,p_2}$, les paramètres *f* et *z* n'interviennent que par leur rapport.

Ce qui a été dit au sujet de l'erreur commise dans le calcul de la période économique de commande peut être repris ici, et le tableau de la figure 2.4 donne le taux de l'erreur commise sur la valeur du seuil en fonction du taux des erreurs faites dans l'estimation de *f* et de *z*. Là encore, les constatations que l'on peut faire à l'examen de ce tableau justifient les approximations que l'on fait en adoptant pour *f* et *z* non pas des valeurs marginales mais des valeurs moyennes.

Erreur sur z	Erreur sur f					
	− 25 %	− 10 %	0	+ 10 %	+ 25 %	+ 50 %
− 25 %	0	+ 20 %	+ 33 %	+ 47 %	+ 67 %	+ 100 %
− 10 %	− 17 %	0	+ 11 %	+ 22 %	+ 39 %	+ 67 %
0	− 25 %	− 10 %	0	+ 10 %	+ 25 %	− 50 %
+ 10 %	− 32 %	− 18 %	− 9 %	0	+ 9 %	+ 36 %
+ 25 %	− 40 %	− 28 %	− 20 %	− 12 %	0	+ 20 %
+ 50 %	− 50 %	− 40 %	− 33 %	− 27 %	− 17 %	0

Fig. 2.4

EXEMPLE

Un exemple pratique permet d'illustrer ces résultats. Une entreprise dont le stock comprend 2 000 articles a adopté pour f et z les frais moyens constatés, soit $f = 60$ F et $z = 30$ %; une analyse complète de ces frais montre que le coût d'une commande marginale est de 40 F et que les frais de possession d'un stock marginal sont de 24 %. Les erreurs commises sont :

sur f : $\frac{60 - 40}{40} = 50$ %, *et sur z :* $\frac{30 - 24}{24} = 25$ %.

L'erreur commise sur les seuils est de 20 % (tableau figure 2.4).

Les seuils sont les suivants, en valeurs arrondies :

f = 60 F et z = 30 %	Période de commande	f = 40 F et z = 24 %
$Vu \geq$ 115 000 F	p = 0,5 mois	$Vu \geq$ 97 000 F
29 000 F $\leq Vu <$ 115 000 F	p = 1 mois	24 000 F $\leq Vu <$ 97 000 F
9 600 F $\leq Vu <$ 29 000 F	p = 2 mois	8 100 F $\leq Vu <$ 24 000 F
3 200 F $\leq Vu <$ 9 000 F	p = 3 mois	2 700 F $\leq Vu <$ 8 100 F
800 F $\leq Vu <$ 3 200 F	p = 6 mois	700 F $\leq Vu <$ 2 700 F
$Vu <$ 800 F	p = 12 mois	$Vu <$ 700 F

Ces valeurs sont reportées sur le graphique linéaire de la figure 2.5.

Avec l'approximation $f = 60$ F, $z = 30$ %, seuls ne sont pas classés dans la bonne périodicité les quelques articles dont les valeurs annuelles de consommation sont comprises dans les zones : 97 000 à 115 000 F, 24 000 à 29 000 F, 8 100 à 9 600 F, 2 700 à 3 200 F, 700 à 800 F. Ces zones sont hachurées sur le graphique représentatif de la figure 2.5.

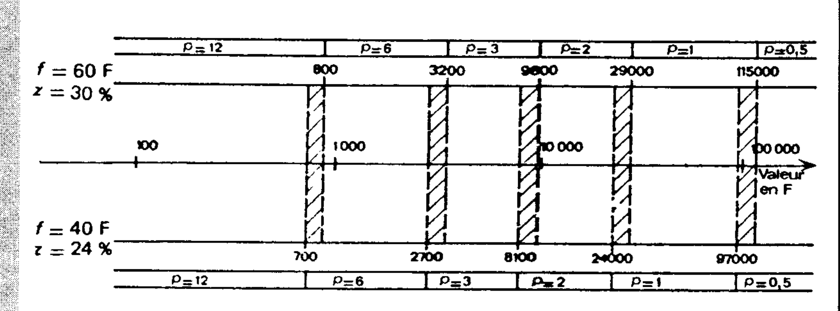


Fig. 2.5

Avec les valeurs exactes f = 40 F *et z = 24 %, on trouverait que la répartition des 2 000 articles dans chaque période est, par exemple, la suivante :*

Valeur de la consommation annuelle	Période de commande	Nombre d'articles
$Vu \geq 97\,000$ F	0,5 mois	30
24 000 F $\leq Vu <$ 97 000 F	1 mois	60
8 100 F $\leq Vu <$ 24 000 F	2 mois	110
2 700 F $\leq Vu <$ 8 100 F	3 mois	400
700 F $\leq Vu <$ 2 700 F	6 mois	600
$Vu <$ 700 F	12 mois	800

Avec cette répartition, le nombre d'articles qui ont été classés dans une période trop élevée en adoptant l'approximation f = 60 F*, z = 30 % serait d'environ :*

Période adoptée	Nombre annuel de commandes	Nombre d'articles	Période à adopter	Nombre annuel de commandes
0,5	24	2	1	12
1	12	4	2	6
2	6	10	3	4
3	4	40	6	2
6	2	30	12	1

Écart sur les frais de passation de commande

Le nombre de commandes supplémentaires passées est de :
(24 – 12) 2 + (12 – 6) 4 + (6 – 4) 10 + (4 – 2) 40 + (2 – 1) 30 = 178.
S'agissant de commandes marginales, leur coût est de :
178 × 40 F *= 7 120* F.

Or le nombre exact de commandes à passer est de :

24 × 30 + 12 × 60 + 6 × 100 + 4 × 400 + 2 × 600 + 1 × 800 = 5 700 dont le coût moyen est de 60 F, *entraînant un coût annuel de : 5 700 × 60 = 342 000* F.

Les frais d'acquisition supplémentaires sont très faibles par rapport au coût annuel des commandes (2 %).

Écart sur les frais de possession du stock

Les ordres de grandeur des valeurs annuelles de consommation des articles à reclasser dans la bonne périodicité sont les suivants :

Période adoptée	Période à adopter	Tranche de valeur de consommation annuelle	Nombre d'articles	Valeur annuelle de consommation
0,5	1	97 000 — 115 000 F	2	100 000 F
1	2	24 000 — 29 000 F	4	26 000 F
2	3	8 100 — 9 600 F	10	9 200 F
3	6	2 700 — 3 200 F	40	3 000 F
6	12	700 — 800 F	30	750 F

Pour chaque valeur de la période de commande, le stock actif moyen théorique est $\frac{Vu}{2} \times \frac{p}{12}$

Les valeurs des stocks actifs de ces articles sont ainsi :

Période adoptée	Période à adopter	Valeur totale annuelle de consommation	Valeur du stock actif	
0,5	1	2 × 100 000 = 200 000	4 150	8 300
1	2	4 × 26 000 = 104 000	4 350	8 700
2	3	10 × 9 200 = 92 000	7 700	11 500
3	6	40 × 3 000 = 120 000	15 000	30 000
6	12	30 × 750 = 22 500	5 600	11 200
Total			36 800	69 700

Les frais de possession du stock actif supplémentaire que l'on supporte en reclassant les articles dans la bonne période sont, au taux marginal (69 700 − 36 800) 24/100 = 7 920 F.

Or les frais de possession du stock global sont voisins des frais d'acquisition puisque chaque article est affecté à sa période économique de commande (voir « période économique de commande »); ils sont donc de 342 342 000 F *et les frais de possession du stock actif supplémentaire ne représentent que 2 % des frais de possession du stock total.*

Écart sur les frais totaux.

L'écart total est égal à la différence entre les frais de passation de commandes supplémentaires dans l'hypothèse $f = 60$ F, $z = 30$ % *et les frais de possession du stock actif supplémentaire dans l'hypothèse* $f = 40$ F $- z = 24$ %.

Il est extrêmement faible (7 120 − 7 920 = − 800 F*) et pratiquement nul s'il est rapporté aux frais totaux* ($\frac{800}{684\ 000} = 1,2$ ‰).

◆ Fréquence de révision des seuils

Théoriquement, les seuils devraient être revus chaque fois qu'une modification intervient soit sur les frais de passation d'une commande, soit sur les frais de possession du stock, soit sur ces deux paramètres. Supposons qu'une telle révision conduise à relever les seuils ; un certain nombre d'articles seront commandés moins souvent, ce qui diminuera les frais de passation de commande, mais les stocks moyens seront augmentés, ce qui accroîtra les frais de possession du stock, et comme cela vient d'être exposé, la variation des frais totaux pesant sur l'ensemble des stocks sera insignifiante. Aussi ne doit-on procéder à cette révision que lorsque les modifications intervenant sur les deux paramètres sont très importantes. Il n'y a donc pas lieu d'examiner systématiquement et fréquemment les variations des frais de passation de commande, les frais de possession du stock et les seuils séparant les périodes de commande.

CAS PARTICULIERS

◆ Articles se conservant mal et articles de mode

Il peut paraître bizarre de traiter ensemble des articles aussi différents que la viande et les chapeaux pour dames. Mais ils présentent la caractéristique commune de très mal supporter la conservation en

stock ; les uns parce qu'ils se détériorent pendant la durée du stockage, les autres parce qu'ils ont une fâcheuse tendance à se transformer en « rossignols » (phénomène d'obsolescence).

Pour ce genre d'articles, la période de commande retenue doit être courte. Si, par exemple, l'installation frigorifique ne permet pas de conserver la viande plus de huit jours, il faudra passer une commande toutes les semaines. Quant aux articles de mode, il semble qu'il soit préférable de ne pas trop se couvrir, au risque de manquer des ventes ou d'être obligé de se réapprovisionner à un prix plus élevé.

Cependant, la durée de conservation des produits périssables peut être prolongée grâce à une meilleure installation de stockage. C'est ainsi qu'une nouvelle installation frigorifique, d'une capacité plus grande et assurant des températures plus basses, permettrait d'acheter la viande non plus en quartiers mais sur pied ; il en résulterait une diminution sensible du prix d'achat, tempéré, toutefois, par une augmentation des frais de possession du stock ; encore le gain final devrait-il être mis en balance avec le coût de l'amortissement de l'installation et son coût de fonctionnement. Et ce même calcul économique devrait être fait en supposant que plusieurs établissements s'associent pour assurer la conservation de la viande.

Ce qu'il faut retenir, c'est que, pour les articles se conservant mal et pour les articles de mode, il ne faut pas adopter aveuglément la période de commande déduite de la valeur de la consommation annuelle ; il est nécessaire d'analyser toutes les caractéristiques de ces articles avant d'en fixer la période de commande.

◆ Capacité de stockage limitée

Il peut se faire que les capacités de stockage soient insuffisantes pour recevoir des livraisons intervenant au rythme de la période économique de commande. Ce sera le cas, par exemple, de liquides stockés en citerne, de produits conservés dans des chambres froides.

Dans cette éventualité, il faut, d'abord, adopter une période de commande compatible avec la capacité de stockage dont on dispose ; cependant si l'article est constamment disponible chez le fournisseur, on passera commande, lorsque le stock sera voisin de zéro, d'une quantité égale à celle emmagasinable. Mais on ne sera plus au minimum du total des frais de possession et des frais de passation de commande.

Aussi faudra-t-il envisager des investissements permettant d'accroître

la capacité de stockage. Un calcul économique s'avère nécessaire, comme dans le cas des articles périssables (voir plus haut) ; la diminution des frais de passation de commande et, éventuellement, celle des prix d'achat, doivent être comparées à l'augmentation, d'une part, des frais de possession résultant de l'accroissement du niveau du stock et, d'autre part, de l'amortissement et des frais d'exploitation due à la nouvelle installation.

◆ Prix unitaire variable avec la quantité livrée

Il arrive fréquemment que les prix unitaires d'achat, ou les frais d'approche unitaires, ou encore les deux, diminuent lorsque les quantités livrées augmentent. Il convient alors d'examiner si l'on a intérêt à substituer à la période économique p une période plus longue grâce à laquelle les quantités livrées lors de chaque commande seraient plus importantes. Un bilan de la forme suivante, exposé sur un cas concret, donnera la réponse.

Reprenant l'article examiné précédemment (p. 40) dont la consommation moyenne mensuelle est de 110 unités et dont le prix unitaire est de 3 F, *avec :* $f = 70$ F, $z = 35$ %, *stock de protection = 60 unités, on a obtenu les conditions suivantes du fournisseur :*

Livraison	Moins de 150	151 à 300	301 à 500	Plus de 500
Remise	0	2 %	3 %	10 %

On a vu qu'avec un prix unitaire de 3 F, *la période économique de commande est de 3 mois.*

On dresse le tableau figure 2.6 qui montre que la période économique de commande doit être de six mois.

Plus généralement, il faut, pour que l'opération soit intéressante, que la diminution du montant global des achats augmentée de la réduction des frais d'acquisition soit supérieure à l'augmentation des frais de possession de stock.

Si l'on appelle V la consommation annuelle et u le prix de base de l'article avant toute remise, il correspond à ces deux paramètres une période économique de commande $p = \sqrt{\frac{288\,f}{Vuz}}$, que l'on ramène à l'une des valeurs retenues (0,5 - 1 - 2 - 3 - 6 ou 12 mois).

Période en mois	Nombre de commandes	Frais de passation de commandes F	Quantités demandées	Prix unitaire F	Montant annuel des achats F	Stock moyen	Valeur du stock moyen F	Frais de possession du stock F	Montant des achats + Frais totaux en F
1	12	840	110	3	3 960,00	115	345	121	4 921
2	6	420	220	2,94	3 880,80	170	500	175	4 476
3	4	280	330	2,91	3 841,20	225	655	229	4 350
6	2	140	660	2,70	3 564,00	390	1 050	368	4 072
12	1	70	1 320	2,70	3 564,00	720	1 945	681	4 315

Fig. 2.6.

Pour profiter d'un prix unitaire $u' < u$, on devra adopter une période de commande $p' > p$ donnant des livraisons moyennes Sp' supérieures à Sp. On obtiendra, en appelant a et a' le nombre de mois de consommation moyenne mensuelle couverts dans chaque cas par le stock de protection :

	Frais de possession du stock	Montant global des achats
avec p	$S\left(\frac{p}{2} + a\right) uz$	$12\ Su$
avec p'	$S\left(\frac{p'}{2} + a'\right) u'z$	$12\ Su'$

Le nombre de commandes passées dans l'année sera, suivant le cas $\frac{12}{p}$ ou $\frac{12}{p'}$ et les frais de passation de commande seront $\frac{12}{p} f$ ou $\frac{12}{p'} f$.

On devra donc faire l'opération si

$$S\left(\frac{p}{2} + a\right) uz - S\left(\frac{p'}{2} + a'\right) u'z < 12\ S\ (u - u') + \frac{12}{p} f - \frac{12}{p'} f$$

augmentation des frais de possession — diminution du montant des achats — réduction des frais d'acquisition

Cette inéquation peut s'écrire :

$$\frac{u'}{u}\left[\frac{p'}{2} + a' + \frac{12}{z}\right] < \frac{p}{2} + a + \frac{12}{z} + \left(\frac{1}{p} - \frac{1}{p'}\right) \frac{12 f}{Suz}$$

ou encore, puisque $p = \sqrt{\frac{24 f}{Suz'}}$

$$\frac{u'}{u}\left[\frac{p'}{2} + a' + \frac{12}{z}\right] < \frac{p}{2} + a + \frac{12}{z} + \left(\frac{1}{p} - \frac{1}{p'}\right) \frac{p^2}{2}$$

$$\boxed{\frac{u'}{u}\left[\frac{p'}{2} + a' + \frac{12}{z}\right] < p + a - \frac{p^2}{2p'} + \frac{12}{z}}$$

Enfin, en adoptant la règle simple $a = \sqrt{p}$ et $a' = \sqrt{p'}$ (voir « estimation simplifiée du stock de protection » page 73) :

$$\frac{u'}{u}\left[\frac{p'}{2} + \sqrt{p'} + \frac{12}{z}\right] < p + \sqrt{p} - \frac{p^2}{2\,p'} + \frac{12}{z}$$

Le tableau figure 2.7, donne dans cette hypothèse, pour chaque valeur des frais de possession z, le taux minimal de remise à obtenir pour remplacer la période économique calculée p par une période p' supérieure. Il est évident que pour une remise déterminée on doit adopter la plus petite valeur p' possible [1].

EXEMPLE

Une entreprise a, pour un article, des frais de passation de commande de 50 F et des frais de possession du stock de 25 %. La consommation annuelle de cet article est de 4 800 unités et son prix unitaire est de 10 F franco de port et d'emballage.

D'après les tableaux figures 2.4 et 2.5, la période économique est p = *1 mois.*

Les livraisons seront en moyenne de 400 unités par mois. Le fournisseur propose une remise de 10 % s'il fait une livraison unique de 4 800 unités, toujours en franco de port et d'emballage, faisant miroiter une économie de 4 800 F.

Le tableau figure 2.7, montre que l'opération n'est pas rentable, car la remise minimale à obtenir est de 13 %. Par contre si le fournisseur propose une remise de 10 % si les livraisons sont supérieures à 1 000, on adoptera une période de trois mois.

Il est important de noter que ce tableau ne permet que d'éliminer des offres, alléchantes de prime abord, mais qui ne doivent pas être retenues. Enfin, les fournisseurs proposent souvent des remises croissantes par tranches de quantités livrées. Après avoir éliminé, grâce au tableau figure 2.7, les remises trop faibles, il convient de faire, avec les autres, un calcul complet pour retenir la solution la moins onéreuse.

EXEMPLE

Toujours pour le même article, sept fournisseurs F_1, F_2, F_3, F_4, F_5, F_6 et F_7 proposent un prix unitaire de base de 10 F franco de port et d'emballage, assorti des remises suivantes en fonction des quantités fournies à chaque livraison.

1. Il est néanmoins préférable de faire, si possible, le calcul exact, pour chaque article comme indiqué en notes complémentaires : Prix unitaire variant selon la quantité livrée. Calcul complet, p. 203.

z	p	Période de commande à adopter				
		1	2	3	6	12
10 %	0,5	0,3	1,1	1,6	3,4	6,4
	1		0,5	1,1	2,9	5,8
	2			0,4	1,9	4,9
	3				1,3	4,0
	6					1,9
12 %	0,5	0,4	1,3	1,9	4,1	7,6
	1		0,6	1,4	3,4	6,8
	2			0,5	2,3	5,8
	3				1,5	4,7
	6					2,3
15 %	0,5	0,5	1,6	2,4	5,0	9,3
	1		0,8	1,7	4,2	8,4
	2			0,6	2,8	7,0
	3				1,9	5,8
	6					2,8
18 %	0,5	0,6	1,9	2,9	6,0	10,9
	1		1,0	2,0	5,0	9,8
	2			0,7	3,3	8,3
	3				2,2	6,8
	6					3,3
20 %	0,5	0,7	2,1	3,2	6,6	11,9
	1		1,0	2,2	5,5	10,8
	2			0,8	3,7	9,1
	3				2,4	7,5
	6					3,6
22 %	0,5	0,7	2,3	3,5	7,2	13,0
	1		1,1	2,4	6,0	11,7
	2			0,9	4,0	9,8
	3				2,7	8,1
	6					3,9
25 %	0,5	0,8	2,6	3,9	8,0	14,4
	1		1,3	2,7	6,7	13,0
	2			1,0	4,5	11,0
	3				3,0	9,0
	6					4,3
30 %	0,5	1,0	3,1	4,6	9,4	16,8
	1		1,5	3,2	7,9	15,2
	2			1,2	5,3	12,7
	3				3,5	10,5
	6					5,1

Fig. 2.7

p	n	nf	Q	R	u	Achats annuels	Sa	Stock moyen	Valeur du stock moyen	Frais posses.	Dépense totale	1er exemple
1	12	360	400	0	10,0	48 000	400	600	6 000	900	49 260	
2	6	180	800	0	10,0	48 000	570	970	9 700	1 450	49 630	E
	6	180	800	1	9,9	47 520	570	970	9 600	1 440	49 140	
	6	180	800	2	9,8	47 040	570	970	9 500	1 420	48 640	
3	4	120	1 200	0	10,0	48 000	690	1 290	12 900	1 940	50 060	E
	4	120	1 200	1	9,9	47 520	690	1 290	12 800	1 920	49 560	E
	4	120	1 200	2	9,8	47 040	690	1 290	12 630	1 890	49 050	
	4	120	1 200	3	9,7	46 500	690	1 290	12 500	1 870	48 490	
	4	120	1 200	4	9,6	46 080	690	1 290	12 400	1 860	48 060	
	4	120	1 200	5	9,5	45 600	690	1 290	12 300	1 840	47 560	
6	2	60	2 400	0	10,0	48 000	980	2 180	21 800	3 270	51 330	E
	2	60	2 400	4	9,6	46 080	980	2 180	20 900	3 140	49 280	E
	2	60	2 400	5	9,5	45 600	980	2 180	20 700	3 110	48 770	
	2	60	2 400	6	9,4	45 120	980	2 180	20 500	3 080	48 260	
	2	60	2 400	8	9,2	44 200	980	2 180	20 100	3 020	47 280	
12	1	30	4 800	0	10,0	48 000	1 370	3 770	37 700	5 650	53 680	E
	1	30	4 800	5	9,5	45 600	1 370	3 770	35 800	5 370	51 000	E
	1	30	4 800	8	9,2	44 200	1 370	3 770	34 600	5 190	49 420	E
	1	30	4 800	9	9,1	43 680	1 370	3 770	34 300	5 150	48 880	
	1	30	4 800	10	9,0	43 200	1 370	3 770	33 900	5 090	48 320	

Fig. 2.8

Quantité fournie par livraison Q	Remise en %			
	F_1	F_2	F_3	F_4
$500 \leq Q < 1\,000$	2	2	2	2
$1\,000 \leq Q < 2\,000$	2	4	3	5
$2\,000 \leq Q < 4\,000$	6	4	6	9
$Q \geq 4\,000$	12	8	9	13

Quantité fournie par livraison Q	Remise en %		
	F_5	F_6	F_7
$600 \leq Q < 1\,500$	3	2	0
$1\,500 \leq Q < 3\,000$	6	4	0
$3\,000 \leq Q < 4\,500$	8	6	0
$Q \geq 4\,500$	10	10	13

Il faut faire un calcul complet dans chaque cas comme indiqué dans l'exemple page 44.

Un premier examen du tableau figure 2.7, fait apparaître que les remises :

de F_1 pour $1\,000 \leq Q < 2\,000$
de F_1, F_2, F_3 pour $2\,000 \leq Q < 4\,000$
de F_1, F_2, F_3 pour $Q \geq 4\,000$
de F_7 pour $600 \leq Q \leq 1\,500$
de F_5, F_6, F_7 pour $1\,500 \leq Q < 4\,500$
de F_6 et F_7 pour $Q \geq 4\,500$

doivent être éliminées.

Les calculs correspondants indiqués dans le tableau figure 2.8, le mettent en évidence. Ils montrent aussi que la proposition du fournisseur F_4 est à retenir et qu'il faudra lui faire faire deux livraisons.

◆ Articles à pointes saisonnières

Ces articles présentent des pointes de consommation marquées à certaines époques de l'année; si, d'une année à l'autre l'amplitude des pointes peut varier, elle se produit toujours aux mêmes époques. Les jouets, bien que vendus tout au long de l'année sont caractérisés par une vente très forte dans la deuxième quinzaine de décembre; les œufs en chocolat ne sont vendus qu'à Pâques. Il est évident que, quelles que soient les données relatives aux frais de passation de commande et aux frais de possession du stock, la période de commande de ce genre d'articles doit être adaptée à son cycle saisonnier.

Toutefois, si, en dehors des pointes saisonnières, les consommations restent élevées, le calcul de la période économique de commande reste valable. Il en est ainsi des parfums dont la vente reste importante toute l'année avec une pointe vers les fêtes de fin d'année et une autre à l'époque de la fête des mères; si le calcul donne une période économique plus courte que le cycle saisonnier, on peut la conserver. Par contre, il faudra, soit faire varier la consommation moyenne mensuelle pré-

vue selon les époques de consommation moyenne mensuelle prévue selon les époques de consommation, soit considérer que les pointes saisonnières sont équivalentes à des besoins programmés s'ajoutant aux besoins courants.

EXEMPLE

Les ventes d'un flacon de parfum coûtant 40 francs ont été les suivantes :

janvier : 80	*mai : 310*	*septembre : 100*
février : 70	*juin : 90*	*octobre : 130*
mars : 110	*juillet : 80*	*novembre : 110*
avril : 100	*août : 120*	*décembre : 400*

La vente totale annuelle a été de 1 700 flacons d'une valeur de 68 000 F. *Les frais de passation d'une commande étant de 58* F, *et le taux des frais de possession du stock étant de 29 %, les tableaux, figures 2.4 et 2.5 donnent une période économique de commande p = 1 mois. Enfin, le délai d'approvisionnement est d = 0,5 mois.*

Les commandes seront passées au cours de la troisième semaine de chaque mois de manière que le stock constitué en vue des ventes de la fête des mères et de Noël soit disponible dès le 8 des mois de mai et de décembre. Abstraction faite des pointes de vente correspondantes, la consommation moyenne mensuelle est de 100 flacons. Lors des commandes passées en avril et en décembre, il faudra ajouter, à ces besoins courants, des besoins programmés de 200 flacons pour mai et de 300 flacons pour décembre.

On trouvera dans les notes complémentaires, au chapitre 8, la méthode à suivre lorsque la demande est sujette à des variations saisonnières, sans pour autant présenter de fortes pointes ponctuelles.

CONSTRUCTION DU CALENDRIER D'APPROVISIONNEMENT

1• Un cycle de travail « hebdomadaire »

La période économique de commande p de chaque article ayant ainsi été déterminée, il reste à définir les dates auxquelles il convient de passer commande. Autrement dit, il convient de construire le calendrier d'approvisionnement qui donnera, pour chaque article, les dates de commande.

Fixer les jours où ce travail doit être fait risque d'imposer une trop grande rigidité pouvant nuire au bon fonctionnement du Service Approvisionnement. Par contre, fixer la semaine laisse une souplesse suffisante tout en fixant un programme précis. Toutefois, pour plus de commodité, on divise l'année en 48 « semaines » allant, chaque mois, du 1er au 7, du 8 au 15, du 16 au 23, du 24 à la fin du mois. Dans l'exemple de calendrier figure 2.9, les douze mois de l'année sont, de la sorte, divisés en quatre semaines, numérotées de 1 à 48.

2• *Des contraintes de groupage des articles*

Il est d'un intérêt évident de grouper le plus possible, sur un même bon de commande, tous les articles que l'on doit commander à un même fournisseur. On obtient alors les remises maximales, les frais de transport les plus faibles tout en réduisant le nombre de bons de commandes, de réceptions, de factures.

Dans l'exemple de calendrier (fig. 2.9) les 13 groupements réalisés ont été appelés *A*, *B*, *C*, *D*... *K*, *L*, *M*; ils comprennent un nombre variable d'articles (200 pour *K*, 150 pour *E*, 110 pour *H*...) ce nombre étant indiqué en regard de la lettre *T* (Total) dans la colonne *p* (période). Au total, c'est 1 640 articles qu'il s'agit de répartir au mieux dans le calendrier.

Mais il faut aussi conserver la sélectivité donnée par la période de commande propre à chaque article. Pour chaque groupement, on indique le nombre d'articles ayant la même période de commande.

Dans l'exemple de la figure 2.9, on voit que, dans le groupement *D* comprenant 120 articles, 10 articles ont une période *p* de 1 mois, 20 articles en ont une de 2 mois, 30 articles en ont une de 6 mois, et 60 articles ont une période de 12 mois.

On choisit, on verra comment plus loin, la semaine de l'année au cours de laquelle tous les articles de ce groupement quelles que soient leurs périodes, seront commandés (semaine de base).

Par exemple, tous les articles du groupement *D* seront commandés au cours de la quatrième « semaine » de septembre (36e « semaine » de l'année). On en déduit les autres « semaines » au cours desquelles les articles seront commandés suivant leur période propre. Ce faisant, on est certain de commander au cours de la même « semaine » tous les articles qui doivent l'être. C'est ainsi que l'on commandera, en quatrième semaine :

Mois	Articles de période	Mois	Articles de période	Mois	Articles de période
janvier	1 et 2 mois	mai	1 et 2 mois	septembre	1, 2, 6 et 12 mois
février	1 mois	juin	1 mois	octobre	1 mois
mars	1, 2 et 6 mois	juillet	1 et 2 mois	novembre	1 et 2 mois
avril	1 mois	août	1 mois	décembre	1 mois

On constate qu'il convient d'éviter d'avoir, à l'intérieur d'un même groupement, des articles dont les périodes de commande soient de deux mois pour certains et de trois mois pour d'autres. Si l'on se trouve dans ce cas, au moment de la détermination des périodes de commande (voir plus haut le paragraphe « Calcul des seuils de périodicité »), on éliminera l'une de ces deux périodes en répartissant soit les articles de période économique 2 mois dans les périodes 1 mois et 3 mois (ce qui supprime la période 2 mois), soit les articles de période économique 3 mois dans les périodes 2 mois et 6 mois (ce qui supprime la période 3 mois).

3• Des contraintes de dates préférentielles

Il peut se faire que les articles de certains groupements doivent être commandés à des époques obligatoires ou, pour le moins, que des marchés doivent être passés à ces époques. On commence par placer ces articles dans le calendrier.

C'est ainsi que, par exemple, tous les articles du groupement K doivent être commandés au début de septembre (on choisit comme semaine de base la deuxième « semaine »), ceux du groupement E doivent l'être au début d'avril (on choisit la première « semaine »).

4• Des contraintes de ralentissement d'activité

Pendant les périodes de congé (juillet, août, Noël, Pâques) et aussi au mois de mai qui comporte généralement de nombreux jours fériés, l'activité des Services d'Approvisionnements, tout autant d'ailleurs que celle des Services de Vente, est plus ou moins ralentie. On évite donc de situer les semaines de bases des divers groupements d'articles dans ces périodes de l'année, grisées sur le calendrier de la figure 2.9. De même, on évite de fixer des semaines de base en janvier et février, car ceci amènerait à faire commander en juillet et août les nombreux articles dont la période de commande est de six mois.

GROUPEMENT	p	N	JANVIER				FÉVRIER				MARS				AVRIL				MAI				JUIN			
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
K	1	10		10				10				10				10				10				10		
	2	50		50								50								50						
	3																									
	6	60										60														
	12	80																								
	T	200		60				10				120				10				60				10		
E	1																									
	2																									
	3	30	30												30											
	6	50													50											
	12	70													70											
	T	150	30												50											
B	1	20			20				20				20				20				20				20	
	2																									
	3	40			40												40									
	6	40															40									
	12	60																								
	T	150			60				20				20				100				20				20	
C	1	20				20				20				20				20				20				20
	2																									
	3	30				30												30								
	6	50																50								
	12	60																								
	T	160				50				20				20				100				20				20
L	1	20		20				20				20				20				20				20		
	2	20						20								20								20		
	3																									
	6	40																						40		
	12	60																						60		
	T	140		20				40				20				40				20				140		
D	1	10				10				10				10				10				10				10
	2	20				20								20								20				
	3																									
	6	30												60												
	12	60																								
	T	120				30				10				90				10				30				10
M	1																									
	2	20					20								20								20			
	3																									
	6	50																					50			
	12	50																								
	T	120					20								20								70			

GROUPEMENT	p	N	JUILLET				AOUT				SEPTEMBRE				OCTOBRE				NOVEMBRE				DÉCEMBRE			
			25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
K	1	10		10				10				10				10				10				10		
	2	50		50								50								50						
	3																									
	6	60										60														
	12	80										80														
	T	200		60				10				200				10				60				10		
E	1																									
	2																									
	3	30	30												30											
	6	50													50											
	12	70																								
	T	150	30												80											
B	1	20			20				20				20				20				20				20	
	2																									
	3	40			40												40									
	6	40															40									
	12	60															60									
	T	150			60				20				20				160				20				20	
C	1	20				20				20				20				20				20				20
	2																									
	3	30				30												30								
	6	50																50								
	12	60																60								
	T	160				50				20				20				160				20				20
L	1	20		20				20				20				20				20				20		
	2	20						20								20								20		
	3																									
	6	40																						40		
	12	60																								
	T	140						40				20				40				20				80		
D	1	10				10				10				10				10				10				10
	2	20				20								20								20				
	3																									
	6	30												30												
	12	60												60												
	T	120				30				10				120				10				30				10
M	1																									
	2	20					20								20								20			
	3																									
	6	50																					50			
	12	50																					50			
	T	120					20								20								120			

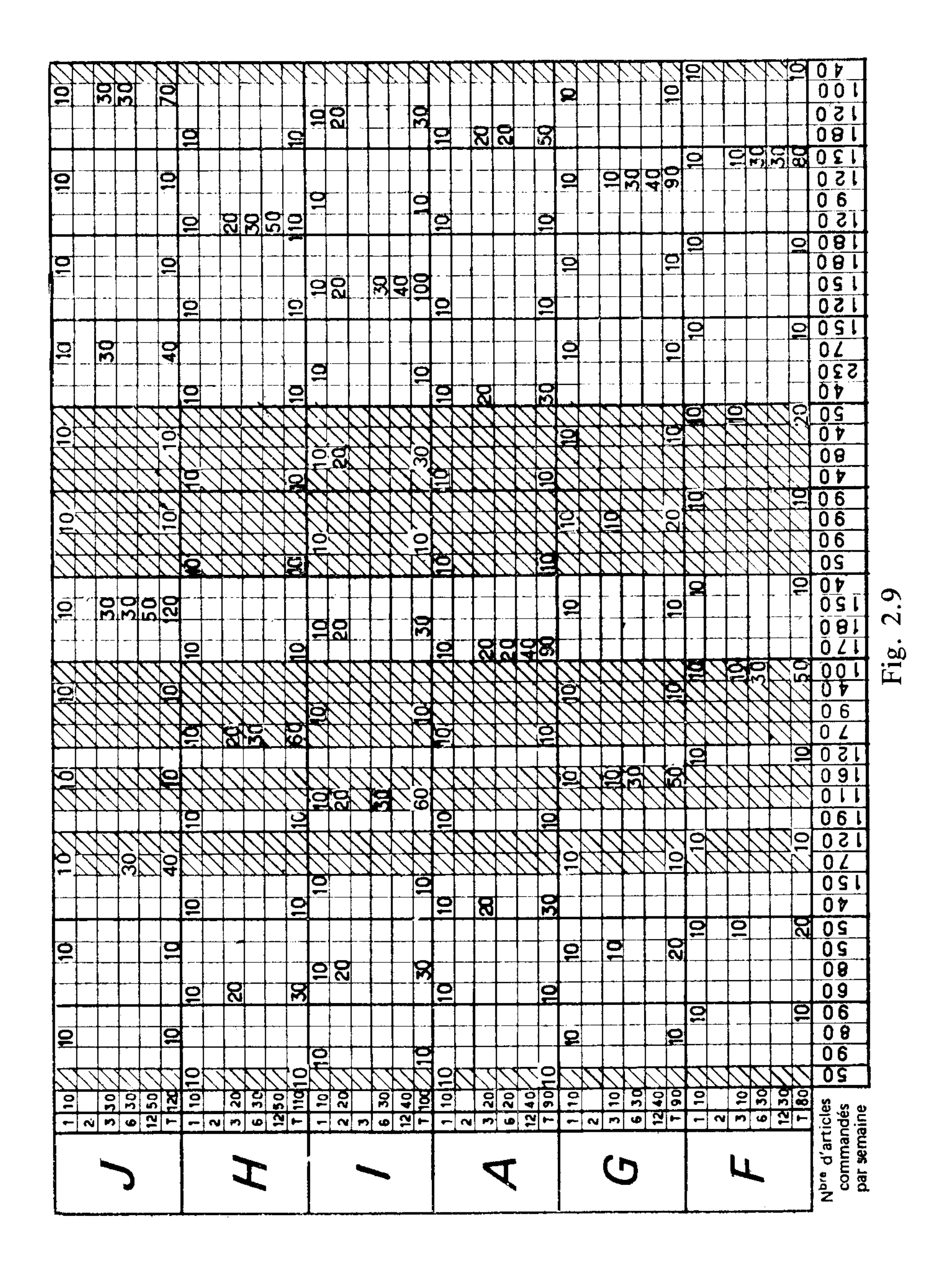


Fig. 2.9

5• *Des contraintes d'étalement régulier du travail*

Ayant ainsi soit utilisé soit éliminé un bon nombre des 48 « semaines » de l'année, on s'efforce de répartir les groupements d'articles entre les diverses semaines disponibles en faisant en sorte que le nombre d'articles à commander au cours de chacune de ces semaines soit aussi régulier que possible. On commence donc par placer les groupements qui comprennent le plus d'articles, en terminant par ceux qui en comprennent le moins. On arrive alors à bâtir un calendrier qui respecte toutes les contraintes, tel que celui donné en exemple figure 2.9.

QUANTITÉ A COMMANDER. RÉAPPROVISIONNEMENTS A DATES FIXES

◆ Formule de la quantité à commander

Le calendrier d'approvisionnement, élaboré en vue d'aboutir à une gestion sélective des stocks associée à la recherche d'un optimum économique, permet de répondre à la question « Quand faut-il commander ? ». Il reste à répondre à la question « Combien faut-il commander ? »

A la date fixée au calendrier d'approvisionnement pour passer commande d'un article de période économique p :

— il existe une quantité en stock M ; M est généralement connu d'après un fichier ; aux différences d'inventaire près, toujours possibles, M est donc la quantité existant au magasin dans la mesure où les mouvements de stock sont rapidement enregistrés dans le fichier. Sous ces réserves, la quantité M est bien connue (voir page 62) ;

— le délai d'approvisionnement de l'article est égal à d mois. Ce délai d'approvisionnement est le temps qui s'écoule entre la date à laquelle est effectué le calcul de la quantité à commander Q et la date à laquelle la quantité livrée par le fournisseur est effectivement disponible au magasin (voir page 61) ;

— une quantité C doit être livrée au cours des $p + d$ mois à venir sur des commandes antérieures (voir page 62).

En outre, p mois plus tard, il faudra préparer une nouvelle commande qui sera livrée au bout du délai d'approvisionnement d (et donc $p + d$ mois après le calcul de la quantité à commander Q).

C'est donc que le stock M, augmenté de la quantité en commande C et de la quantité Q doit donc être égal à la demande que l'on prévoit de satisfaire pendant les $p + d$ mois à venir ; s'agissant d'une demande à venir, on ne peut faire qu'une prévision.

Cette demande est généralement de la forme :

$$P + T$$

P étant la consommation prévue pour besoins courants au cours des $d + p$ mois à venir,
T étant la consommation prévue sur programme et s'ajoutant aux besoins courants, au cours des $d + p$ mois à venir.

On peut ainsi écrire : $M + C + Q = P + T$, d'où $Q = P - (M + C) + T$.

Si la prévision de consommation T, prévue sur programme et s'ajoutant aux besoins courants, est bien connue puisqu'elle résulte de programmes de vente, de fabrication, d'entretien, il reste à évaluer la prévision de consommation pour besoins courants P.

La courbe en dents de scie de la figure 1.4 (p. 25) montre que, en dissociant le stock actif du stock de protection, la prévision de consommation pour besoins courants pendant les $d + p$ mois à venir est :

$$P = S\,(d + p) + S.a,$$

expression dans laquelle S est la consommation moyenne mensuelle prévue, d est le délai d'approvisionnement exprimé en mois, p est la période de commande en mois, $S.a$ est le stock de protection, a donnant le nombre de mois de consommation moyenne mensuelle S qu'il couvre.

Par exemple, on dira que le stock de protection est égal à 1,5 mois de consommation moyenne mensuelle et, dans ce cas, le coefficient a est égal à 1,5.

La formule donnant la quantité à commander s'écrit :

$$\boxed{Q = S\,(d + p + a) - (M + C) + T}$$

Cette formule, d'apparence peut-être en tant soit peu compliquée, est en fait d'application très simple lorsque les paramètres S, d, p, et a sont connus. Quant aux variables M, C et T, leurs valeurs sont communiquées à l'agent chargé de la gestion du stock. Cette formule peut être facilement transcrite en langage informatique et ne présente aucune difficulté de calcul si tant est que l'ordinateur reçoive en temps utile les données correctes nécessaires. En gestion manuelle,

l'utilisation de fiches bien adaptées en facilite l'application (voir page 105).

Cette formule est auto-régulatrice. En effet, si la demande a été faible au cours des p mois précédents, le stock M est élevé et la quantité Q sera petite (toutes choses égales par ailleurs); si, au contraire, la demande a été forte, le stock M est faible et la quantité Q sera élevée.

EXEMPLE

Un article, dont la consommation moyenne mensuelle S est de 180 unités, a un délai d'approvisionnement d de 1 mois et une période de commande p de 2 mois; le stock de protection a été fixé à 1,5 mois de consommation moyenne mensuelle (a = 1,5). A la date prévue au calendrier d'approvisionnement, le disponible en magasin est M = 320, la quantité en commande C = 60, la prévision de besoins pour travaux T = 120.

L'application de la formule donne :

$$Q = 180\,(1 + 2 + 1{,}5) - (320 + 60) + 120 = 550$$

◆ Prévision de consommation moyenne mensuelle S

L'idéal serait de tirer les prévisions de consommation de chaque article d'une analyse détaillée des programmes de fabrication, d'entretien, de vente. Mais ce travail serait très coûteux et souvent hors de proportion avec la valeur des matériels analysés. Il faut donc le réserver à quelques articles très importants et se contenter, pour les autres articles, d'estimations faites à partir des consommations enregistrées dans le passé, ou dans la mesure du possible, à partir des demandes formulées (en effet, ce que l'on recherche, c'est la demande future qu'il faudra satisfaire). Dans tout ce qui suit, on considérera les consommations passées sachant que si on peut connaître les demandes passées, c'est celles-ci qu'il faudrait prendre en compte.

1• Moyenne des consommations passées

Si les consommations mensuelles constatées dans le passé, bien que pouvant présenter de fortes variations d'un mois à l'autre, ne font pas apparaître une tendance marquée en hausse ou en baisse, on peut prendre, comme consommation moyenne prévue, la moyenne des consommations passées. En général, on peut se contenter de calculer la moyenne

sur les douze mois précédents. Il est important de noter que, dans un tel calcul, il faut éliminer les pointes de consommation qui ont fait l'objet de prévisions sur programme.

Par exemple, dans le calcul de la consommation moyenne mensuelle de rhum de patisserie dans un hôpital-hospice, il faudra éliminer la pointe correspondant aux fêtes de Noël - 1er janvier, ainsi que d'autres pointes qui auront été programmées telles que celles dues à l'inauguration d'un nouveau bâtiment ou à l'arrivée d'un nouveau chef de cuisine.

Dans le même esprit, il ne faut pas omettre d'éliminer les consommations nulles pendant les périodes de fermeture de l'entreprise (ou de ses principales entreprises clientes).

EXEMPLE

Dans un magasin spécialisé dans la vente de fournitures pour bébés, les ventes de landaux ont été les suivantes :

jan.	fév.	mars	avril	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.
26	43	36	18	33	22	25	0	32	35	37	28

le magasin étant fermé en août.

La consommation des douze derniers mois est de 335, Mais la consommation moyenne mensuelle est $\frac{335}{11} = 30$ *et non* $\frac{335}{12} = 28.$

2• Lissage exponentiel

Lorsque les consommations mensuelles constatées dans le passé montrent une nette tendance soit en hausse, soit en baisse (par exemple, articles de mode, spécialités pharmaceutiques), la consommation moyenne mensuelle prévue ne peut pas être prise égale à la moyenne des consommations passées ; on risquerait en effet soit d'avoir un stock insuffisant (cas de la tendance en hausse) et donc une rupture de stock, soit d'avoir un stock trop fort (tendance en baisse) et donc un gel de trésorerie inutile et coûteux et même une forte obsolescence. Pour ce genre d'articles, il faut donner plus de poids aux consommations les plus récentes et aussi fixer une période de commande courte permettant des examens fréquents.

La consommation moyenne mensuelle prévue S_t est calculée à partir de la dernière consommation mensuelle constatée s_t et de la précédente consommation moyenne mensuelle calculée S_{t-1}, par application de la formule :

$$S_t = Ks_t + (1 - K)\, S_{t-1}$$

Si, par exemple, on prend $K = 0{,}2$, la consommation moyenne prévue sera formée de 20 % de la dernière consommation mensuelle constatée et de 80 % de la précédente consommation moyenne mensuelle calculée.

Mois	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Vente du mois		100	150	300	250	350	350	200	250	150	100	50	50	0	0
K				Prévisions successives de vente mensuelle											
0,2	150	140	142	174	189	221	247	237	240	222	197	168	144	115	
0,3	150	135	140	188	207	250	280	256	254	223	186	145	117	82	
0,4	150	130	138	203	222	263	297	298	279	227	196	138	103	62	
0,5	150	125	138	219	235	293	322	261	255	203	152	101	76	38	
0,8	150	110	142	268	254	331	346	230	246	169	114	63	57	11	
Moyenne arithmétique	150	146	146	158	167	183	200	204	212	212	208	200	190	185	

Fig. 2.10

EXEMPLE

La prévision de ventes d'un nouveau disque d'un chanteur à la mode a été de 150 par mois. Les prévisions successives de vente faites à la fin de chaque mois, en fonction des ventes du mois seront celles du tableau, figure 2.10, selon que l'on donne au coefficient K les valeurs 0,2 - 0,3 - 0,4 - 0,5 ou que l'on se contente de la moyenne arithmétique des ventes des douze derniers mois. Dans ce tableau, les prévisions indiquées dans la colonne du mois n *sont faites d'après les ventes du mois* n *pour les ventes du mois n + 1 et des mois suivants.*

Lorsque, sans être forte, la tendance est néanmoins assez nette, on peut estimer la consommation moyenne mensuelle au moyen de la droite de régression obtenue à partir de l'historique des consommations mensuelles passées.

◆ Connaissance du délai d'approvisionnement *d*

Il faut d'abord noter, et ceci est d'autant plus important que les personnes non averties imaginent le contraire, que la quantité moyenne commandée *Sp* est indépendante du délai d'approvisionnement *d*.

Ce délai d'approvisionnement comprend : le délai d'établissement de la commande, le délai de mise à disposition chez le fournisseur, le temps du transport entre l'entrepôt du fournisseur et le magasin du client.

Le délai d'établissement de la commande court à partir du moment où est calculée la quantité à commander ; il peut être assez long si la consultation des fournisseurs et la négociation sont délicates ; il peut être très long si les projets de commandes établis par le Service d'Approvisionnements sont soumis à des contrôles *a priori* d'organismes divers (Conseil de Direction, Conseil d'Administration, Commissions de contrôles, Commissions de budgets, Commissions de vérifications, liées ou non aux pouvoirs publics).

Le délai de mise à disposition chez le fournisseur comprend non seulement le délai de fabrication mais le temps nécessaire aux essais de réception. Le délai de fabrication dépend de la manière dont est garni le carnet de commandes du fournisseur. Mais il appartient à un Service d'Approvisionnement bien organisé d'être constamment au courant des délais de fabrication et de faire le point de la situation chaque fois qu'ils viennent à varier d'une façon appréciable.

En outre, un délai suffisant, librement accepté par le fournisseur, sera très probablement respecté, tandis qu'un délai trop court, « arraché » au fournisseur, a de nombreuses chances d'être dépassé. D'ailleurs, il ne devrait y avoir d'urgence que dans des cas très exceptionnels et, en général, si urgence il y a, c'est qu'au départ il y a retard dans l'expression du besoin et dans la prévision.

Aussi le délai doit-il être largement estimé, de manière à être tenu sans difficulté particulière par le fournisseur. Les stocks n'en seront pas augmentés pour autant ; le seul inconvénient est que les prévisions de consommation seront faites sur une durée un peu plus longue, ce qui peut être l'origine d'une légère erreur supplémentaire sur les prévisions de consommation.

Par exemple, pour un article commandé tous les trois mois et dont le délai d'approvisionnement constaté est compris entre deux et quatre mois, les prévisions porteront, en prenant le délai le plus court sur

une période de cinq mois et en prenant le délai le plus long sur une période de sept mois.

Enfin, le Service d'Approvisionnement doit, le plus possible, éliminer les fournisseurs dont les délais, résolument fantaisistes, obligent à constituer un stock de protection particulier.

Cas particulier des commandes à livraisons échelonnées

Les quantités livrables à chaque livraison sont fixées d'après des prévisions de besoins qui ont d'autant plus de risques d'être infirmées par les réalisations qu'elles sont à échéance plus lointaine. Aussi ces commandes laissent-elles, généralement, la possibilité de faire varier dans certaines limites, en plus ou en moins, les quantités à livrer, par rapport aux livraisons prévues ; une clause fixe un préavis suffisant entre la demande d'ajustement demandée par l'acheteur et la date prévue pour la prochaine livraison ; le délai de mise à disposition qui entre dans le délai d'approvisionnement, n'est autre que celui du préavis.

Mais les quantités à livrer aux termes de la commande peuvent être fermes. L'acheteur doit accepter les livraisons même si les besoins sont inférieurs aux prévisions ; dans le cas contraire il doit passer des commandes supplémentaires ; c'est alors le véritable délai d'approvisionnement qui entre en jeu dans la formule de la quantité à commander.

Conséquences d'un retard de livraison

Le risque, en cas de retard de livraison, est la rupture de stock. Mais celle-ci n'interviendra que si le stock ne permet pas de satisfaire la demande pendant toute la durée du retard. Le risque ne se réalisera donc que s'il y a à la fois forte demande et retard de livraison. On trouvera dans les notes complémentaires (chapitre 8) un développement à ce sujet.

◆ Connaissance du disponible et de la quantité en commande

Le stock existant M est connu à partir des mouvements de magasin. On y reviendra en détail au chapitre 3. Cependant, il faut déjà noter ici que seul doit entrer en jeu le stock réellement utilisable. C'est ainsi

que, par exemple, l'entreprise peut continuer à faire figurer en comptabilité, dans le compte d'inventaire permanent, des matériels retournés à l'atelier pour réparation, modification, remise à neuf, etc. ; ces matériels ne sont plus réellement utilisables et il ne faut pas les prendre en compte dans le calcul du stock existant M.

La quantité en commande C est connue à partir des bons de commande et des bons d'entrée en magasin; elle représente le « reste à livrer » sur les commandes en cours. Bien entendu ne doit être considérée, dans le calcul, que la part des commandes en cours livrables dans les $d + p$ mois à venir.

EXEMPLE

Une entreprise commande le 15 février 24 000 unités d'un article A livrables en ses magasins à la cadence de :

4 000 entre le 8 et de 15 mai — 4 000 entre le 8 et le 15 novembre.
4 000 entre le 8 et le 15 juillet — 4 000 entre le 8 et le 15 janvier.
4 000 entre le 8 et le 15 septembre — 4 000 entre le 8 et le 15 mars.

Ces quantités peuvent être modifiées de ± 15 % moyennant un préavis de trois semaines.

Dans ce cas, la période de commande p *est de deux mois ; si le délai d'établissement de la commande est d'une semaine, le délai d'approvisionnement est* $d = (1 + 3)$ *semaines = 1 mois.*

Cet article est examiné, d'après le calendrier d'approvisionnement, pendant le deuxième quart des mois de février, avril, juin, août, octobre, décembre.

Lors de l'examen d'août, la quantité en commande livrable dans les $d + p = 3$ *mois à venir comprendra les livraisons les 4 000 unités livrables en septembre et les 4 000 livrables en novembre, soit 8 000.*

◆ Connaissance des besoins pour travaux particuliers *T*

Ces besoins d'ajoutent aux besoins courants mais ne peuvent pas, en général, être connus à partir des statistiques portant sur le passé. Ils sont souvent aléatoires en ce sens qu'ils ne se reproduisent pas identiquement, d'une année à l'autre, ni en date ni en amplitude. Dans ces conditions, ils ne peuvent être connus qu'à partir de prévisions émanant des Services techniques et commerciaux.

Encore faut-il que ces prévisions soient bien faites, ce qui suppose qu'elles se révèlent exactes tant du point de vue des spécifications que

des quantités et des dates de mise en œuvre. Faute de quoi, les approvisionnements ne correspondraient pas aux besoins et les stocks seraient soit pléthoriques soit insuffisants. On ne peut pas faire de bons approvisionnements sans de bonnes prévisions. Ce vieil adage des approvisionneurs prend ici toute sa valeur.

◆ Estimation du stock de protection

Le stock de protection est destiné à pallier les augmentations de la consommation par rapport à la moyenne prévue ainsi que les retards de livraison imputables aux fournisseurs. Or, ainsi que cela a déjà été indiqué, il convient d'adopter pour faire les calculs, un délai largement estimé, mettant à l'abri de ces retards sans augmenter le stock, mais moyennant une certaine imprécision sur la prévision des consommations au cours des $d + p$ mois à venir. Si par contre, c'est le délai le plus court qui est retenu, il est nécessaire de fixer le stock de protection en conséquence ; c'est ainsi que, le délai constaté variant entre deux et quatre mois, si l'on retient deux mois pour faire les calculs, il faudra que le stock de protection couvre $4 - 2 = 2$ mois de consommation moyenne mensuelle prévue pour pallier les seuls retards de livraison.

Aussi sera-t-il posé, comme hypothèse, que le délai d'approvisionnement étant largement estimé, le risque de retard est très faible ; en conséquence, le stock de protection, auquel est consacré le paragraphe suivant, n'est là que pour se prémunir contre les augmentations de la consommation par rapport à la moyenne prévue. Toutefois, le raisonnement qui sera fait reste entièrement applicable à la détermination de la partie du stock de protection qui servirait, éventuellement, à se garantir contre les accroissements accidentels du délai de livraison [1].

◆ Conséquence des fermetures pour congés

Certains fournisseurs n'assurent pas de livraison, durant un temps plus ou moins long, pendant la période des vacances, et il peut se faire que les dates de commande prévues au plan d'approvisionnement et les délais d'approvisionnement et les délais d'approvisionnement soient tels qu'une date de livraison tombre précisément dans la période de fermeture du fournisseur.

---

1. Voir le développement à ce sujet en notes complémentaires : Estimation du risque de rupture de stock en cas de retard de livraison, p. 187.

EXEMPLE

Un calcul de quantité à commander est prévu pour le premier quart de juin, le délai d'approvisionnement est d = 1 mois et le fournisseur ferme pendant tout le mois de juillet. Il faut, lors du calcul précédent, c'est-à-dire p mois auparavant, commander pour couvrir les besoins pendant 2 p mois. Reprenant l'article étudié au début de ce paragraphe, p. 58, la quantité à commander résultant de l'application de la formule, pendant le premier quart d'avril, devient :

$$Q = 180\,(1 + 2 \times 2 + 1{,}5) - (320 + 60) + 120 = 910$$

et il ne serait rien commandé en juin.

De toute évidence, toute la partie du stock constituée, à l'avance, pour pallier la défaillance des fournisseurs pendant leurs vacances, supporte des frais de possession et exige, pour son financement, des efforts de trésorerie qui seraient évités, au bénéfice de tous, si un étalement des congés bien conçu autorisait la continuité de la production. Cette remarque est, d'ailleurs, tout aussi valable pour les stocks constitués par ces mêmes fournisseurs, avant leur fermeture, pour assurer leurs fabrications et leurs ventes dès la reprise de leur activité à la fin des congés. Les dépenses qui seraient évitées, dans la France entière, se comptent en milliards.

NIVEAU A DONNER AU STOCK DE PROTECTION

◆ Principes de calcul du stock de protection

Ainsi qu'il a été dit, le stock de protection Sa (S = consommation moyenne mensuelle prévue, a = nombre de mois de cette consommation couverts par le stock de protection) sert à pallier les augmentations de la consommation pendant les $d + p$ mois à venir par rapport à la consommation prévue pendant ce même temps, soit $S\,(d + p)$.

L'estimation de ces augmentations peut être faite à partir de l'examen du passé, en admettant que, toutes proportions gardées, les faits constatés donnent une bonne image du futur. Cette démarche amène à analyser les consommations constatées, dans le passé, au cours de $d + p$ mois consécutifs.

EXEMPLE

C'est ainsi que pour un article dont le délai d'approvisionnement est d = 1 mois et la période de commande est p = 2 mois, seront analysées les consommations pendant 3 mois consécutifs enregistrées au cours de l'année précédente ou des deux années précédentes.

Si cette analyse porte sur les deux années écoulées, les échantillons à étudier seraient les consommations enregistrées au cours de périodes couvrant les mois de :

janvier - février - mars
février - mars - avril — *de la première année*
mars - avril - mai
....
septembre - octobre - novembre
octobre - novembre - décembre — *de la deuxième année*

soit, au total 22 échantillons.

D'une manière plus générale, si N représente le nombre d'intervalles de temps élémentaires au cours desquels on connaît la consommation (dans cet exemple, l'intervalle est le mois et $N = 24$) et x le nombre d'intervalles élémentaires consécutifs étudiés (ici $x = 3$), le nombre d'échantillons disponibles est $h = N + 1 - x$; formule qui donne, avec cet exemple : $h = 24 + 1 - 3 = 22$.

Le nombre d'échantillons disponibles dans ce cas est assez faible, même si l'analyse est faite sur deux ans. Par contre, si les consommations sont connues par demi-mois ou par quart de mois, le nombre d'échantillons disponibles est beaucoup plus grand ; dans ces deux hypothèses, ce nombre serait :

1re *hypothèse* : $N = 48$, $x = 6$,
$h = N + 1 - x = 48 + 1 - 6 = 43$.

2e *hypothèse* : $N = 96$, $x = 12$,
$h = N + 1 - x = 96 + 1 - 12 = 85$.

Ainsi donc il est possible d'obtenir un nombre suffisant h d'échantillons. Ces échantillons sont classés dans l'ordre des valeurs décroissantes des consommations en notant, pour chacune d'elles le nombre d'échantillons rencontrés. Ils sont représentés sous un histogramme de la forme de celui de la figure 2.11. Le classement correspond à cette figure est :

Quantité consommée	Nombre d'échantillons rencontrés
S_1 $S_2 < S_1$ $S_3 < S_2$ $S_4 < S_3$ $S_5 < S_4$	$s_1 = 1$ $s_2 = 2$ $s_3 = 1$ $s_4 = 3$ $s_5 = 3$
$S_{m-3} < S_{m-4}$ $S_{m-2} < S_{m-3}$ $S_{m-1} < S_{m-2}$ $S_m < S_{m-1}$	$s_{m-3} = 2$ $s_{m-2} = 3$ $s_{m-1} = 2$ $s_m = 1$

Si l'on désire que le stock couvre une consommation future du niveau S_1, pendant les $d + p$ mois à venir, il faut que le stock de protection soit égal à : $S_1 - S(d + p)$.

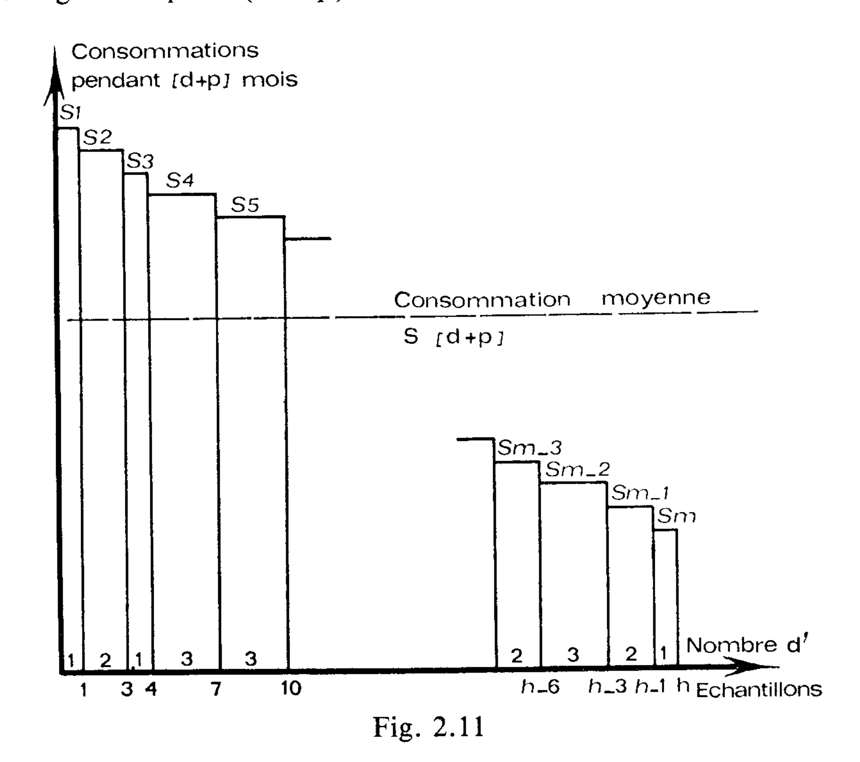


Fig. 2.11

La probalité de rupture de stock π_1 est alors nulle ($\pi_1 = 0$).

Si, au lieu de retenir S_1, on retient S_2, le stock de protection sera $S_2 - S(d + p)$, mais la probabilité de rupture de stock au cours des

$d + p$ mois à venir sera $\pi_2 = \frac{s_1}{h}$.

Si l'on retient S_3, le stock de protection sera $S_3 - S(d + p)$ et la probabilité de rupture de stock sera $\pi_3 = \frac{s_1 + s_2}{h}$.

Avec S_4, on aurait un stock de protection $S_4 - S(d + p)$, et une probabilité de rupture $\pi_4 = \frac{s_1 + s_2 + s_3}{h}$.

Avec S_5 : stock de protection $S_5 - S(d + p)$ et probabilité de rupture $\pi_5 = \frac{s_1 + s_2 + s_3 + s_4}{h}$.

On démontre que la probabilité d'avoir 0 rupture de stock dans l'année est $(1 - \pi)^{\frac{12}{p}}$ et que le nombre de ruptures de stock probables dans l'année est $\frac{12}{p}\left[1 - (1 - \pi)^{\frac{12}{p}}\right]$.

EXEMPLE

L'article considéré a un délai d'approvisionnement $d = 1$ mois, une consommation moyenne mensuelle $S = 100$ unités, un prix unitaire de 15 F, *avec des frais de passation de commande $f = 60$* F *et des frais de possession du stock $z = 30$ %, donnant une période de commande $p = 2$ mois. Connaissant les consommations tous les quarts de mois, le nombre d'échantillons trouvés sur deux ans est $h = 96 + 1 - (4 + 8) = 85$. L'application des formules précédentes donne :*

Niveau de consommation couvert	Nombre d'échantillons rencontrés	Probabilité de rupture sur une période de 3 mois	Nombre probable de rupture en 1 an
S_1	$s_1 = 1$	$\pi_1 = 0$	0
S_2	$s_2 = 2$	$\pi_2 = \frac{1}{85} = 0{,}012$	0,4
S_3	$s_3 = 1$	$\pi_3 = \frac{3}{85} = 0{,}035$	1,2
S_4	$s_4 = 3$	$\pi_4 = \frac{4}{85} = 0{,}047$	1,5
S_5	$s_5 = 3$	$\pi_5 = \frac{7}{85} = 0{,}082$	3,3

Il reste alors à déterminer le niveau de consommation à retenir au moyen d'un calcul économique faisant intervenir les frais de possession du stock, qui diminuent avec ce niveau et les frais de rupture de stock qui augmentent lorsque ce niveau diminue. Ce calcul est du même genre que celui qui permet le calcul de la période économique de commande. Mais, la loi liant le nombre de rupture de stock au niveau du stock de protection n'ayant pas une formulation mathématique simple, il faut faire le calcul pour chaque niveau possible de ce stock.

EXEMPLE

Les niveaux de consommation couverts, égaux aux consommations enregistrées pendant d + p mois consécutifs sont, pour l'article considéré précédemment :

$S_1 = 480; S_2 = 450; S_3 = 400; S_4 = 370; S_5 = 360.$

Les frais de rupture de stock étant de 200 F *par rupture, les calculs donnent le résultat suivant :*

Niveau de consommation couvert	Stock de protection	Valeur du stock de protection F	Frais de possession du stock de protection F	Nombre probable de ruptures par an	Coût annuel des ruptures F	Coût total annuel F
S_1 = 480	180	2 700	810	0	0	810
S_2 = 450	150	2 250	675	0,4	80	755
S_3 = 400	100	1 500	450	1,2	240	690
S_4 = 370	70	1 050	315	1,5	300	615
S_5 = 360	60	900	270	3,3	660	930

Le niveau de stock de protection à retenir est de 70 unités, soit 0,7 mois de consommation moyenne mensuelle, moyennant quoi, on aura 1,5 ruptures de stock probables par an.

Lorsque les frais de rupture de stock ne sont pas connus (parce que trop difficiles à évaluer, par exemple) ce bilan économique ne peut pas être fait et il faut se fixer un nombre maximal de ruptures de stock admissible.

Dans le cas de l'article étudié, si ce nombre maximal annuel de ruptures de stock admissible est 1 le niveau de consommation couvert devra, d'après le tableau précédent, être compris entre S_2 et S_3. Et, en admettant une règle de proportionnalité entre S_2 et S_3, il sera

$S_2 - (S_2 - S_3)\frac{1 - 0,4}{1,2 - 0,4} = 450 - 50\frac{0,6}{0,8} = 412$, donnant un stock de protection de $412 - 300 = 112$.

De même, si le nombre maximal annuel de ruptures de stock admissible est de 2 ou de 3, le niveau de consommation sera respectivement : $370 - 10\frac{0,5}{1,8} = 367$ ou $370 - 10\frac{1,5}{1,8} = 362$, donnant un stock de protection de 67 ou 62.

On peut aussi utiliser la notion de **taux de service**. Le taux de service est le pourcentage des demandes qui seront honorées par rapport au total des demandes.

On peut également le définir comme étant, sur 100 réapprovisionnements successifs effectués tous les p mois, le nombre de réapprovisionnements faits avec une quantité suffisante pour que la demande pendant $(p + d)$ mois soit intégralement satisfaite. Cela revient à écrire : taux de service = 1 − probabilité de rupture de stock admise.

Reprenant l'exemple précédent en supposant que les consommations sont connues par quart de mois et que l'on dispose d'un historique de deux ans, ce qui donne 85 échantillons, se fixer un taux de service de, par exemple, 96 % revient à décider que les $85 \times \frac{96}{100} = 82$ consommations les plus faibles seront honorées ou encore que les $85\left(1 - \frac{96}{100}\right) = 3$ consommations les plus fortes ne le seront pas. La consommation S_1 ayant été trouvée une fois et la consommation S_2 ayant été trouvée deux fois, la prévision de consommation retenue sera S_3. Inversement, retenir le niveau S_4 comme cela a été fait plus haut revient à éliminer les échantillons S_1, S_2 et S_3 les plus forts rencontrés respectivement une fois, deux fois et une fois et donc à fixer un taux de service de $\frac{85 - (1 + 2 + 1)}{85} = \frac{81}{85} = 95$ %.

Cette notion de taux de service peut d'ailleurs être exploitée en utilisant non seulement les consommations constatées mais aussi les prévisions de demandes obtenues par l'emploi de modèles mathématiques tels que le lissage exponentiel et en tenant compte, si elles sont connues ou si elles peuvent être estimées, des consommations passées non honorées (suite à rupture de stock).

Le taux de service est très utilisé lorsque l'on ne peut pas faire des calculs précis, faute de connaître le coût d'une rupture de stock. Bien entendu, le taux de service retenu peut très bien dépendre de chaque

article. Il traduit la politique de l'entreprise relativement à chaque article.

Il est important de noter que si la prévision de consommation à honorer a été déterminée suivant l'une des méthodes décrites ci-dessus, il n'est plus nécessaire de calculer le stock de protection $S.a$ pour appliquer la formule de la quantité à commander ; en effet, nous avons vu à la page 57 que cette prévision est justement $P = S\,(d + p + a)$. Il suffit donc de prendre comme quantité à commander

$$Q = P - (M + C) + T$$

Cependant si, le délai d'approvisionnement venant à varier entre deux dates prévues pour faire le calcul de P, on veut éviter de refaire ce calcul, somme toute assez long et coûteux, on reviendra à la formule $Q = S\,(d + p + a) - (M + C) + T$, en conservant la valeur du stock de protection $S.a$ et en donnant au délai d'approvisionnement d sa nouvelle valeur.

De même si la consommation moyenne mensuelle prévue venait à s'écarter de la consommation moyenne calculée S, il suffirait, dans cette dernière formule, de remplacer S par la nouvelle valeur prévue.

EXEMPLE

L'historique sur deux ans des demandes mensuelles d'un article acheté 20 F *pièce est le suivant :*

	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Année 1	80	70	110	100	110	90	80	120	100	130	110	100
Année 2	120	130	50	70	120	100	90	70	100	80	140	140

Sa période économique de commande est $p = 2$ mois, et le délai d'approvisionnement est $d = 1$ mois. Le taux de service désiré est de 95 %. On cherche la prévision de demande pendant $p + d = 3$ mois à satisfaire.

On remarque que les demandes ne présentent aucun caractère saisonnier, qu'en moyenne, elles sont stables (la demande annuelle est de 1 200 la première année et de 1 210 la deuxième année) et qu'elles sont relativement régulières (minimum : 50, maximum : 140).

Les demandes pendant des tranches de 3 mois consécutifs sont les suivantes :

	Janv. Fév. Mars	Fév. Mars Avr.	Mars Avr. Mai	Avr. Mai Juin	Mai Juin Juil.	Juin Juil. Août	Juil. Août Sept.	Août Sept. Oct.	Sept. Oct. Nov.	Oct. Nov. Déc.	Nov. Déc. Janv.	Déc. Janv. Fév.
Année 1	260	280	320	300	280	290	300	350	340	340	330	350
Année 2	300	250	240	290	310	260	260	250	320	360	—	—

L'histogramme des demandes pendant trois mois consécutifs est le suivant :

Quantité demandée	Fréquence	Fréquence cumulée
360	1	1
350	2	3
340	2	5
330	1	6
320	2	8
310	1	9
300	3	12
290	2	14
280	2	16
260	3	19
250	2	21
240	1	22

Au taux de service de 95 % correspond une probabilité de rupture de stock admise de 5 %, soit, pour l'échantillon de 22 cas connus à : $\frac{5}{100} \times 22 = 1$ *cas.*

On adoptera donc comme prévision de demande à honorer 350, la demande de 360 ne devant pas être intégralement satisfaite, ce qui arrivera avec une probabilité de 1/22.

Le stock de protection est alors, en appelant P *la prévision statistique de besoins courants :*

$$P - S(p + d) = 350 - \frac{1\,200 + 1\,210}{24} \times 3 = 50$$

Il couvre :

$$a = \frac{50}{100} = 0{,}5 \text{ mois de consommation moyenne mensuelle}$$

Inversement, fixer le stock de protection à un demi-mois de demande moyenne mensuelle, signifie que l'on est assuré de satisfaire les demandes du produit étudié avec un risque de rupture de stock de 5 %.

Le coefficient a est donné, d'une manière générale par :

$$a = \frac{P - S\,(p + d)}{S} = \frac{P}{S} - (p + d)$$

On trouvera, dans les notes complémentaires en fin d'ouvrage, comment procéder pour déterminer la prévision de besoins courants pendant $(p + d)$ mois, ainsi que le stock de protection lorsque les demandes présentent une tendance à la hausse ou à la baisse (p. 176) et lorsqu'elles correspondent à une activité saisonnière (p. 182).

Lorsque la distribution des demandes constatées par tranches de $(d + p)$ mois obéit à la loi de Gauss ou à la loi de Poisson, il suffit de se reporter aux tables correspondantes (que l'on trouve dans tous les ouvrages traitant de statistiques) pour trouver immédiatement la quantité qu'il faut ajouter à la moyenne pour que le taux de service souhaité soit atteint.

Mais il est indispensable de vérifier que la distribution des demandes soit une de ces lois. Il serait dangereux d'assimiler un peu trop facilement une distribution quelconque à la loi de Gauss et à la loi de Poisson; il en résulterait pour certains articles des stocks trop élevés, tandis que pour d'autres articles, les ruptures de stock seraient plus fréquentes que prévu.

◆ Estimation simplifiée du stock de protection

Il est évident que le calcul qui vient d'être exposé est, sinon compliqué, du moins extrêmement long et il faut tabler sur une demi-journée de travail pour le mener à bien, manuellement, pour un article. A moins de disposer de temps de traitement sur un ordinateur, il est, en fait, impraticable sur la totalité des articles stockés (il pourrait cependant être fait pour quelques articles particulièrement importants). Aussi doit-on se contenter d'évaluations très approximatives.

Généralement, l'adoption de la règle simple :

Stock de protection $= S\sqrt{p}$ donne de bons résultats; pour chaque valeur de p, les niveaux du stock de protection et la couverture théorique du stock total, sont les suivantes :

p	0,5	1	2	3	6	12
Stock de protection	0,7 S	S	1,4 S	1,7 S	2,5 S	3,5 S
Couverture théorique du stock total	0,95 mois	1,5 mois	2,4 mois	3,2 mois	5,5 mois	9,5 mois

L'application de cette règle conduit à un stock de protection d'autant plus élevé, en quantité, que la période de commande est longue ; ceci est légitime car alors il s'agit d'articles dont la valeur de consommation est faible et il serait absurde d'arrêter une chaîne de fabrication à cause d'une rupture de stock de rondelles pour vis de 4.

Mais, si le stock de protection $S\sqrt{p}$ est rapporté à la quantité consommée Sp pendant la période p, on trouve que le rapport obtenu $\frac{S\sqrt{p}}{Sp} = \frac{1}{\sqrt{p}}$ est d'autant plus faible que la période est plus longue. Ceci est également légitime car la consommation sur une période longue est normalement proche de la moyenne appliquée à la période.

Le tableau figure 2.12, donne d'ailleurs les pourcentages d'augmentation de la consommation pendant $d + p$ mois, par rapport à la moyenne prévue, couverte par un tel stock de protection. Il reflète bien ce résultat. Par exemple, si un article est commandé deux fois par mois ($p = 0{,}5$ mois) avec un délai d'approvisionnement $d = 0{,}5$ mois, le stock de protection permet d'absorber un accroissement de la consommation de 70 % pendant 0,5 + 0,5 = 1 mois.

p \ d	0	0,5	1	2	3	4	6	8
0,5	140 %	70 %	45 %	30 %	20 %	16 %	11 %	9 %
1	100 %	70 %	50 %	35 %	25 %	20 %	14 %	11 %
2	70 %	60 %	45 %	35 %	30 %	25 %	18 %	14 %
3	60 %	50 %	45 %	35 %	30 %	25 %	19 %	16 %
6	40 %	40 %	35 %	30 %	25 %	25 %	20 %	18 %
12	30 %	30 %	25 %	35 %	25 %	20 %	19 %	17 %

Fig. 2.12

Si l'on dispose d'un ordinateur, il est, par contre, intéressant de faire tous les calculs ; il en coûtera quelques dizaines de centimes par article de traitement en ordinateur mais les stocks seront ajutés aux besoins avec la plus grande exactitude possible, ce qui est la source d'économies très importantes, sans commune mesure avec cette dépense. En général, il suffira de faire ces calculs une fois par an ; cependant, en cas d'évolution rapide de la demande d'articles parmi les plus importants (à commander tous les 1, 2 ou 3 mois, ce qui correspond aux classes A et B de la méthode ABC), les calculs seront faits plus souvent.

Cas des nouveaux articles

Pour ces nouveaux articles, il faut évidemment fixer *a priori* la valeur de la demande moyenne mensuelle courante S (donc hors pointes programmées) ; connaissant le prix d'achat de ces articles, ainsi que les paramètres f et z, on peut calculer leurs périodes économiques de commande. Mais, comme on ne dispose pas d'historique de demande ou de consommation, on pourra, au départ, fixer le stock de protection à la valeur $S\sqrt{p}$. Bien entendu, dès que l'on disposera d'un historique suffisant, cette estimation simplifiée sera remplacée par la valeur déterminée au moyen de la méthode générale exposée au paragraphe a) précédent.

◆ Cas des articles de faible valeur de consommation annuelle.

Ces articles constituent la classe C de la classification ABC ; ils sont commandés tous les 6 ou 12 mois et la valeur de leur stock ne représente qu'environ 10 % de la valeur du stock total de l'entreprise.

Il serait absurde de perdre un client ou d'arrêter une chaîne de production à cause d'une rupture de stock sur un de ces articles.

Par ailleurs, fixer un taux de service pour un article du stock nécessite études et réflexions ; la valeur qui lui est attribuée découle d'un compromis entre des exigences contradictoires : satisfaction rapide de la demande de la clientèle, coût élevé de l'interruption d'une fabrication en cours, souci de ne pas immobiliser inutilement de la trésorerie dans le stock.

Dans le cas des très nombreux articles de la classe C, cette dernière exigence peut être négligée car une légère augmentation de leurs stocks n'entraînera qu'un accroissement minime de la valeur totale du stock.

Il en découle que, pour ce très grand nombre d'articles de faible valeur de consommation annuelle qui constituent la classe C, il convient de prendre comme prévision P de la demande pendant $(p + d)$ mois, la demande la plus forte et même de la majorer de 5 à 20 %. L'accroissement corrélatif de la valeur du stock totale sera très faible.

En effet, le stock de protection d'un article est égal à $P - S\,(p + d)$ et son stock moyen théorique est :

$$S_m = \frac{Sp}{2} + P - S(p + d) = P - \frac{S(p + 2d)}{2}$$

Si on augmente P (choisi pour que le taux de service soit égal à 100 %) d'une valeur ΔP, le stock moyen sera augmenté de $\Delta S_m = \Delta P$. D'où

$$\frac{\Delta S_m}{S_m} = \frac{\Delta p}{P - \dfrac{S(p + 2d)}{2}} = \frac{\Delta p}{P} \times \frac{1}{1 - \dfrac{S(p + 2d)}{2P}}$$

Or, $P = S(p + \mathrm{d} + a)$, ce qui donne :

$$\frac{\Delta S_m}{S_m} = \frac{\Delta P}{P} \times \frac{1}{1 - \dfrac{p + 2d}{2(p + d + a)}}$$

Le délai d'approvisionnement d est généralement compris entre 0 et 3 mois ; donc

$p \leq p + 2d \leq p + 6.$

Le stock de protection a correspondant à la prévision P est généralement compris entre 0,5 et 3 mois, donc

$$p + 0{,}5 \leq p + d + a \leq p + 6.$$

On en déduit que

$$\frac{p}{2(p + 6)} \leq \frac{p + 2d}{2(p + d + a)} \leq \frac{p + 6}{2(p + 0{,}5)}$$

Si $p = 6$ mois : $\dfrac{6}{24} \leq \dfrac{p + 2d}{2(p + d + a)} \leq \dfrac{12}{13}$

$$0{,}25 \leq \frac{p + 2d}{2(p + d + a)} \leq 0{,}92$$

Si $p = 12$ mois : $\dfrac{12}{36} \leq \dfrac{p + 2d}{2(p + d + a)} \leq \dfrac{18}{25}$

$$0{,}33 \leq \frac{p + 2d}{2(p + d + a)} \leq 0{,}72$$

Les articles de la classe C étant très nombreux, les résultats précédents permettent de dire que, en moyenne, le rapport $\dfrac{p + 2d}{2(p + d + a)}$ a une valeur de 0,56 et donc que, en moyenne :

$$\frac{\Delta\ S_m}{S_m} = 2{,}3\ \frac{\Delta\ P}{P}$$

Si donc la prévision P est majorée de 10 % pour tous les articles de la classe C, la valeur du stock de l'ensemble de ces articles sera augmentée de 23 %. Mais cette valeur du stock des articles de la classe C ne représente qu'environ 10 % de la valeur totale du stock.

On peut donc conclure que majorer systématiquement de 10 % la prévision de la demande des articles de la classe C correspondant à un taux de service de 100 %, de manière à éviter pratiquement tout risque de rupture de stock, n'augmente la valeur totale du stock que de 2,3 % environ.

L'augmentation est suffisamment faible pour que ces dispositions relatives aux articles de la classe C soient intéressantes; elles offrent une grande sécurité et évitent le gros travail d'avoir à fixer un taux de service pour de très nombreux articles.

SURVEILLANCE DU NIVEAU DU STOCK. STOCK CRITIQUE

Comment savoir facilement, entre deux commandes successives, que la consommation a fortement augmenté, au point de créer un risque de rupture de stock malgré l'existence du stock de protection? Quelle disposition faut-il adopter pour éviter ce risque au moindre coût?

Supposons la première question résolue. La réponse à la deuxième est qu'il est nécessaire de :

1) passer une commande sans attendre la prochaine date prévue au plan d'approvisionnement;

2) la passer dans des conditions économiques, au prix habituel, sans majoration d'aucune sorte.

Ceci suppose que cette commande « hors calendrier » doit être passée avec un délai de livraison normal et pour une quantité assez grande; on évitera ainsi de payer un supplément de prix pour obtenir un délai court et de subir une majoration sur le prix unitaire résultant d'une quantité commandée trop faible. La commande que l'on doit passer ne doit donc pas avoir l'aspect d'un dépannage en urgence; elle sera

livrée à l'issue du délai d'approvisionnement habituel d. Il en résulte que le stock M au moment où elle sera passée, augmenté des quantités en commande C' livrables au cours des d mois à venir [1], doit couvrir la prévision de consommation pendant ces mêmes d mois. Celle-ci comprend une prévision de besoins courants P' et une prévision T' de besoins sur programme, venant s'ajouter aux besoins courants, pendant les d prochains mois [2].

Ainsi donc, il faudra passer cette commande « hors calendrier » dès que l'on constatera que : $M + C' \leq P' + T'$.

Pour déterminer P', il faudrait, en toute rigueur, analyser les consommations pour besoins courants constatées pendant des tranches de d mois consécutifs et procéder au même genre de calcul que celui qui a été exposé au sujet du stock de protection. Si l'on dispose d'un ordinateur, il n'y a pas de difficulté particulière.

En gestion manuelle, on se contentera de prendre

$$P' = S\,(d + a)$$

et la commande « hors calendrier » sera déclenchée si $M + C' \leq S\,(d + a) + T'$, qui s'écrit

$$\boxed{(M - T') + C' \leq S\,(d + a)}$$

formule dans laquelle :

- M : stock disponible en magasin,
- T' : prévision de besoins sur programme venant s'ajouter aux besoins courants,
- $(M - T')$: stock disponible en magasin pour besoins courants,
- C' : quantité en commande livrable au cours des d mois à venir,
- S : consommation moyenne mensuelle prévue pour besoins courants,
- d : délai d'approvisionnement en mois,
- a : stock de protection en mois de consommation moyenne mensuelle.

La quantité $S\,(d + a)$ est le stock critique.

Il s'exprime en unités de comptage de l'article et, connaissant d (1 mois par exemple), a (1,4 mois par exemple s'il s'agit d'un article

---

1. La notation C utilisée précédemment représente les quantités en commande livrables au cours des $d + p$ mois à venir.

2. Les notations P et T utilisées précédemment représentent les prévisions de besoins courants et les prévisions de besoins sur programme pendant les $d + p$ mois à venir.

commandé tous les deux mois) et S (380 par exemple) il est facile d'en indiquer la valeur au magasinier : $S(d + a) = 380(1 + 1{,}4) = 910$.

La consigne donnée au magasinier sera de signaler immédiatement que le disponible pour besoins courants ($M - T' + C'$) atteint 910 en alertant le gestionnaire de stocks. Celui-ci analysera la situation de l'article en faisant le raisonnement suivant.

1) L'alerte est donnée moins de quinze jours avant la date du prochain examen prévue au calendrier d'approvisionnement. Le stock de protection peut absorber l'augmentation de consommation qui a fait atteindre le stock critique, et il n'y a pas à passer de commandes.

2) Elle est donnée p' mois avant cette date ($p' \geq 0{,}5$ mois). Il faut passer une commande qui se substituera à la prochaine commande prévue au calendrier d'approvisionnement. La quantité à commander sera :

$$Q = S(d + p' + p + a) - (M + C) + T$$

Ce faisant, il n'y aura pas de commande supplémentaire (la commande passée anticipant simplement la prochaine commande prévue au calendrier), et la quantité commandée sera du même ordre de grandeur que la quantité moyenne commandée Sp et bénéficiera des mêmes conditions.

En toute rigueur, le gestionnaire devrait examiner si, tenant compte des frais de passation d'une commande supplémentaire, des frais de possession du stock, d'une élévation du prix d'achat liée à une faible quantité commandée, il ne serait pas préférable de passer une commande immédiate de la quantité Sp' en attendant la prochaine commande prévue au calendrier. C'est peut-être là un luxe, mais on doit se l'offrir si l'on dispose d'un ordinateur qui, lui, fera ce calcul rapidement et à peu de frais.

NOTA - On trouvera, dans les notes complémentaires (chapitre 8), le détail de la méthode à suivre pour déterminer le risque pris si l'on ne passe pas une commande lorsque le stock critique est atteint p' mois avant la date prévue au calendrier pour lancer un réapprovisionnement.

MÉTHODE DU RÉAPPROVISIONNEMENT AU POINT DE COMMANDE

Les pages précédentes ont été consacrées au plan d'approvisionnement, technique de réapprovisionnement économique des stocks fondée sur la passation de commandes, à dates fixes, de quantités variables ; ces quantités, données par la formule :

$$Q = S\,(d + p + a) - (M + C) + T$$

restent en général, lorsqu'il n'y a pas de prévisions de besoins T pour travaux programmés venant s'ajouter aux besoins courants, voisines de Sp, avec $p = \sqrt{\frac{288\,f}{Vuz}}$. En remplaçant dans l'expression de Sp, V par 12 S, on trouve :

Quantité économique de commande $Q_e = \sqrt{\frac{24\,S\,f}{uz}}$, formule connue sous le nom de formule de Wilson, qui, évidemment, aboutit au même réapprovisionnement économique du stock.

Cette quantité devra être commandée lorsque le stock en magasin M, augmenté de quantités restant éventuellement à livrer sur des commandes en cours livrables dans les d mois à venir, couvre exactement les besoins pendant un délai égal au délai d'approvisionnement d. Ces besoins sont égaux à la demande moyenne mensuelle pendant le délai d'approvisionnement, Sd, majorée du stock de protection Sa' destiné à satisfaire une demande supérieure à la moyenne pendant d mois ; le coefficient a' se calcule comme le coefficient a (paragraphe précédent) à partir de l'histogramme des demandes par tranches de d mois. La commande doit donc être passée lorsque le niveau $N = S\,(d + a')$ est atteint ; N est le point de commande, appelé parfois, à tort, stock minimal.

Si cette méthode aboutit, théoriquement, au même résultat économique que le plan d'approvisionnement, elle présente deux inconvénients. Le premier est qu'elle ne permet pas une planification rigoureuse des réapprovisionnements. Le second est qu'elle ne prévoit pas un regroupement d'articles sur la même commande ; il n'y a, en effet, pas de raison pour que divers articles susceptibles d'être commandés chez le même fournisseur atteignent le point de commande en même temps.

Il est possible d'y pallier en explorant, lorsque le stock d'un article

arrive au point de commande, tous les autres articles du même groupement et en commandant, pour ceux-ci, la quantité $Q_e - [M - N]$. Mais pour tous ces articles, on ne commande plus la quantité économique.

Par contre, si la consommation moyenne mensuelle vient à varier, il n'y a qu'à modifier en conséquence la quantité économique de commande et le point de commande, alors que, dans la méthode du plan d'approvisionnement, il faut retoucher le calendrier d'approvisionnement, revoir le stock critique et ajuster la valeur de S entrant dans la formule de la quantité à commander.

EXEMPLE

L'article servant d'exemple est celui qui a déjà été étudié page 71, acheté 20 F *pièce et ayant une demande moyenne mensuelle égale à 100 pièces.*

Les frais de passation d'une commande de cet article sont égaux à $f = 105$ F *et le taux des frais de possession du stock est égal à 35 %.*

La quantité économique de commande Q_e est donnée par la formule de Wilson :

$$Q_e = \sqrt{\frac{24 \times 100 \times 105}{20 \times 0{,}35}} = 190.$$

Pour trouver le stock de protection Sa' nécessaire, il faut faire l'histogramme des demandes pendant des tranches de $d = 1$ mois, soit :

QUANTITÉ DEMANDÉE	FRÉQUENCE	FRÉQUENCE CUMULÉE
140	2	2
130	2	4
120	3	7
110	3	10
100	5	15
90	2	17
80	3	20
70	3	23
50	1	24

Le taux de service demandé étant de 95 %, le nombre admis de rupture de stock sur 24 cas est $\frac{5}{100} \times 24 = 1$ cas.

Or, la demande mensuelle la plus forte (140) apparaît deux fois. C'est donc cette demande qu'il faut prévoir d'honorer; si on prenait 130

comme prévision de demande maximale à honorer, le risque de rupture serait en effet de $\frac{2}{24} = 8\ \%$ *et le taux de service ne serait que de 92 %.*

Le coefficient a' est donc :

$$a' = \frac{140 - 100 \times 1}{100} = 0{,}4.$$

Le point de commande est :

$$N = 100\ (1 + 0{,}4) = 140.$$

On trouvera au chapitre — « *Études d'application* » — un exemple de comparaison entre cette méthode de réapprovisionnement au point de commande (commandes à dates variables d'une quantité fixe) et la méthode de réapprovisionnement suivant un calendrier (commandes à dates fixes d'une quantité variable).

Cependant, la méthode de réapprovisionnement au point de commande est très utile lorsque les consommations sont faibles (quelques unités par an). Dans de tels cas, les histogrammes de consommation ne veulent plus dire grand chose et les statistiques perdent l'essentiel de leur signification. Mais on peut néanmoins admettre que la formule de Wilson peut encore être appliquée.

Il faut aussi noter que le réapprovisionnement au point de commande est la méthode la plus simple lorsqu'il s'agit de réapprovisionner un produit unique (il n'y a donc pas de problème de regroupement d'articles sur une même commande), livrable avec un délai d'approvisionnement très court ne présentant que des aléas très réduits avec des variations de la demande d'amplitude assez faibles, au moins en quantité ; c'est par exemple le cas des carburants, des combustibles, de la farine livrée en vrac. Le point de commande étant très bas, il est inutile d'essayer de le réduire en fixant un taux de service inférieur à 100 % ; en effet, la diminution du stock moyen qui en résulterait serait tout à fait négligeable.

EXEMPLE 1

Pour un article, les consommations mensuelles constatées sont les suivantes :

	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Année A - 2	0	0	0	1	0	0	3	0	0	2	0	1
Année A - 1	0	0	2	0	0	1	0	2	0	0	1	0

La notion de consommation moyenne mensuelle, qui est égale à 0,5, ne signifie plus rien par rapport aux consommations mensuelles constatées qui sont comprises entre 0 et 3. Avec des frais de passation d'une commande d'un article de 70 F, *un taux des frais de possession du stock de 35 % et un prix unitaire de l'article étudié de 1 000* F, *on trouverait une période économique de commande de 3 mois. Avec un délai d'approvisionnement égal à un mois, on trouverait l'histogramme suivant des consommations par tranches de* $p + d = 4$ *mois.*

Consommation de 4 mois	Nombre de cas
5	1
4	1
3	9
2	4
1	6

Les consommations extrêmes sont dans le rapport de 5 à 1, l'écart est grand et l'histogramme n'est plus très significatif. On pourrait, cependant, se fixer un taux de service de 95 % par exemple, qui conduit à une prévision $P = 4$ *et à un stock de protection égal à* $P - S(d + p) = 4 - 0{,}5 \times 4 = 2$ *qui couvre* $2 : 0{,}5 = 4$ *mois de consommation moyenne mensuelle. Mais la demande est beaucoup trop aléatoire et un tel stock de protection n'est guère sécurisant.*

Il serait, au moins psychologiquement, préférable de fixer, par simple décision, le point de commande à 3 unités et de commander, lorsqu'il est atteint, la quantité économique Q_e *:*

$$Q_e = \sqrt{\frac{2 \times 7 \times 70}{1\ 000 \times 0{,}35}} = 2 \text{ unités si } M \geq 1$$

on commandera 3 unités si $M = 0$ *afin d'avoir au moins 3 unités en stock après chaque livraison.*

EXEMPLE 2

Les consommations sont les suivantes :

	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Année A - 2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
Année A - 1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0

Dans un tel cas, il convient d'abord d'examiner si l'article doit ou non être tenu en stock. Si la réponse est non, il n'y a plus de problème de gestion du stock.

Si la réponse est oui, il faudra décider du point de commande qui pourra être 0 – 1 ou 2 unités suivant la sécurité que l'on désire avoir ; et lorsque le point de commande sera atteint, il faudra commander la quantité économique Q_e *:*

$$Q_e = \sqrt{\frac{2 \times 2 \times 70}{1\,000 \times 35}} = 1 \text{ si } M \geq 1$$

ou commander 2 unités si M = 0, afin d'avoir au moins 2 unités en stock après chaque livraison (dans la mesure où l'on décide que le stock doit permettre de faire face à une demande de 2 unités au cours d'un mois).

EXEMPLE 3

Un article dont le prix unitaire est de 6 F est utilisé tous les jours (365 jours par an) et son délai d'approvisionnement est compris entre un et quatre jours (jours chômés compris). Les frais de passation d'une commande en sont de 105 F et le taux des frais de possession de son stock est de 35 %. Les consommations journalières ont les valeurs équiprobables suivantes : 1-2-3-4-5-6, ce qui correspond à une consommation annuelle V = 1 280.

La quantité économique de commande est :

$$Q_e = \sqrt{\frac{2 \times 1\,280 \times 105}{6 \times 0{,}35}} = 358, \text{ valeur arrondie à } 360.$$

La consommation pendant le délai d'approvisionnement est comprise entre 1 (demande d'une unité pendant un délai égal à un jour) et 24 (demande journalière de six unités pendant un délai égal à quatre jours).

Il y aura trois à quatre réapprovisionnements par an ($\frac{V}{Q_e} = \frac{1280}{358} = 3{,}56$) *et, par mesure de sécurité, on adopte une valeur du délai d'approvisionnement de quatre jours.*

La demande pendant ces quatre jours peut être de :

24 : 4 × 6
23 : 3 × 6 + 1 × 5
22 : 3 × 6 + 1 × 4
ou 2 × 6 + 2 × 5
21 : 3 × 6 + 1 × 3
ou 2 × 6 + 1 × 5 + 1 × 4
ou 1 × 6 + 3 × 5
20 : 3 × 6 + 1 × 2
ou 2 × 6 + 1 × 5 + 1 × 3
ou 2 × 6 + 2 × 4
ou 1 × 6 + 2 × 5 + 1 × 4
ou 4 × 5

etc.

La probabilité d'une demande de 24 est donc
$\left(\frac{1}{6}\right)^4 = 0{,}0008.$

La probabilité d'une demande de 23 est :

$$\frac{1}{6} C_4^3 \left(\frac{1}{6}\right)^3 \left(1 - \frac{1}{6}\right) = 0{,}0026.$$

La probabilité d'une demande de 22 est :

$$\frac{1}{6} C_4^3 \left(\frac{1}{6}\right)^3 \left(1 - \frac{1}{6}\right) + \left[C_4^2 \left(\frac{1}{6}\right)^2 \left(1 - \frac{1}{6}\right)^2\right] \times \left[C_4^2 \left(\frac{1}{6}\right)^2 \left(1 - \frac{1}{6}\right)^2\right] = 0{,}0160.$$

La probabilité d'une demande de 21 est :

$$\frac{1}{6} C_4^3 \left(\frac{1}{6}\right)^3 \left(1 - \frac{1}{6}\right) + \frac{1}{6} \times \frac{1}{6} C_4^2 \left(\frac{1}{6}\right)^2 \left(1 - \frac{1}{6}\right)^2 + \frac{1}{6} C_4^3 \left(\frac{1}{6}\right)^3 \left(1 - \frac{1}{6}\right) = 0{,}0084.$$

La probabilité d'une demande de 20 est :

$$\frac{1}{6} C_4^3 \left(\frac{1}{6}\right)^3 \left(1 - \frac{1}{6}\right) + \frac{1}{6} \times \frac{1}{6} C_4^2 \left(\frac{1}{6}\right)^2 \left(1 - \frac{1}{6}\right)^2 + \left[C_4^2 \left(\frac{1}{6}\right)^2 \left(1 - \frac{1}{6}\right)^2\right] \times$$

$$\left[C_4^2 \left(\frac{1}{6}\right)^2 \left(1 - \frac{1}{6}\right)^2\right] + \frac{1}{6} \times \frac{1}{6} C_4^2 \left(\frac{1}{6}\right)^2 \left(1 - \frac{1}{6}\right)^2 + \left(\frac{1}{6}\right)^4 = 0{,}0178$$

Les probabilités cumulées sont ainsi les suivantes :

DEMANDE	PROBABILITÉ	PROBABILITÉ CUMULÉE
24	0,0008	0,0008
23	0,0026	0,0034
22	0,0160	0,0194
21	0,0084	0,0278
20	0,0178	0,0456

En fixant le point de commande à $N = 24$*, on a un stock de protection égal à* $24 - 4 \times 3{,}5 = 10$ *et un stock moyen théorique égal à* $\frac{358}{2} + 10 = 189$*, avec un taux de service égal à 100 %.*

En fixant le poids de commande à $N = 19$*, correspondant à un taux de service égal à* $1 - 0{,}046 = 95{,}4$ *%, on a un stock de protection égal à* $19 - 4 \times 3{,}5 = 5$ *et un stock moyen théorique égal à* $\frac{358}{2} + 5 = 184$*.*

Fixer le taux de service à 95,4 % au lieu de 100 % ne diminue le stock moyen de cet article que de 2,6 % ce qui est négligeable. Pour cet article, on a donc intérêt à prendre un taux de service égal à 100 %.



RÉAPPROVISIONNEMENT DES MAGASINS SECONDAIRES

Certaines entreprises commerciales ou industrielles sont amenées à disposer de magasins secondaires réapprovisionnés par un magasin principal lui-même approvisionné par les fournisseurs.

L'existence de cet ensemble magasin principal-magasins secondaires est justifiée par trois raisons ; la première est la décroissance du coût de transport de l'unité transportée lorsque la quantité transportée augmente (il en coûte moins de transporter une fois dix tonnes sur cent kilomètres que dix fois une tonne sur la même distance) ; la seconde est que, compte tenu du foisonnement des demandes entre les divers magasins secondaires, le stock de l'ensemble magasin principal-magasins secondaires sera inférieur à celui qui serait nécessaire en absence du magasin principal pour assurer le même taux de service ; le troisième tient au fait que l'on passera beaucoup moins de commandes.

◆ Comment fonctionne le système ?

Le magasin principal joue vis-à-vis des magasins secondaires le rôle du fournisseur unique pour tous les articles du stock, et il livre dans un délai maximal de généralement un jour. Un ou plusieurs camions, selon le nombre de magasins secondaires, livrent périodiquement les produits dans ces magasins ; la capacité de transport des camions est fonction du tonnage consommé dans chacun de ces magasins entre deux passages du camion. Le nombre de magasins secondaires approvisionnés chaque jour dépend de la distance à parcourir et du tonnage à transporter. Enfin, dans le but de minimiser les manutentions au magasin principal, les quantités livrées à un magasin secondaire lors d'un réapprovisionnement sont des multiples entiers des conditionnements utilisés par le fournisseur et, d'autre part, pour un magasin secondaire donné, la période de réapprovisionnement d'un produit sera d'autant plus courte qu'il est plus consommé (un produit très consommé sera réapprovisionné à chaque passage du camion, tandis qu'un produit peu consommé ne sera réapprovisionné que tous les deux ou quatre passages) ; il y a donc un calendrier de réapprovisionnement des produits construit de sorte que le tonnage total livré dans un magasin secondaire soit aussi régulier que possible.

Pour parer aux irrégularités de la demande dans les magasins secondaires, chacun d'eux dispose d'un stock de protection, fonction du taux de service souhaité, et déterminé selon la méthode générale, à partir de l'histogramme des demandes pendant n quarts de mois consécutifs, n étant la période de réapprovisionnement, exprimée en quarts de mois, de l'article ($n = 0{,}2$ pour un réapprovisionnement journalier, $n = 1$ pour un réapprovisionnement tous les quarts de mois, $n = 2$ pour un réapprovisionnement tous les deux quarts de mois).

En ce qui concerne les quantités à commander, l'ensemble magasin principal-magasins secondaires est considéré comme un magasin unique. La période économique de commande p d'un article est calculée en fonction de la demande annuelle globale sur l'ensemble des magasins ; la prévision P de la demande pendant $p + d$ mois est fixée à partir de l'histogramme des demandes globales par tranches de $p + d$ mois et de la valeur souhaitée du taux de service ; la quantité en stock M est le stock total du magasin principal et des magasins secondaires.

Bien entendu, si dans un magasin secondaire, la demande d'un article est très importante, cet article sera réapprovisionné directement chez le fournisseur, selon la méthode générale ; ce magasin secondaire est alors autonome pour cet article.

EXEMPLE

Le magasin principal X *doit réapprovisionner dix magasins secondaires.*

L'examen d'une carte routière fait apparaître trois circuits de camion. Le premier circuit permet de réapprovisionner les magasins secondaires A, B *et* C *suivant l'itinéraire* X-A-B-C-X *de 70 km; le deuxième circuit permet de réapprovisionner les magasins secondaires* D-E-F *et* G *suivant l'itinéraire* X-D-E-F-G-X *de 60 km; le troisième circuit permet de réapprovisionner les magasins secondaires* H, K *et* L *suivant l'itinéraire* X-H-K-L-X *de 80 km.*

Un camion partant le matin peut donc être de retour en début d'après-midi, même dans des conditions de circulation difficiles, pour être chargé en vue de livraisons à faire le lendemain; il peut tout aussi bien être chargé en début de matinée et être de retour le soir même, prêt pour la journée suivante. Les tonnages consommés sont les suivants (en tonnes) :

Magasin second.	TONNAGE MENSUEL			TONNAGE PAR QUART DE MOIS		
	MINI	MAXI	MOYEN	MINI	MAXI	MOYEN
A	14	28	20	3	8	5
B	11	19	15	2	6	4
C	3	15	8	1	5	2
D	20	40	30	4	12	8
E	8	14	12	2	5	3
F	20	32	25	3	10	7
G	4	12	10	1	4	3
H	12	30	20	2	10	5
K	10	25	15	2	8	4
L	8	25	15	2	8	4
TOTAL	110	240	170	22	76	53

Le tonnage mensuel moyen total étant de 170 t, *on pourrait penser qu'un camion de 10 tonnes suffirait. En réalité, ce camion serait trop petit pour approvisionner une fois par semaine les magasins* A,B,C *(11* t *par semaine avec un maximum de 19* t*), deux fois par semaine les magasins* D,E,F,G *(21* t *par semaine avec un maximum de 31* t*), une fois par semaine les magasins* H,K,L *(13* t *par semaine avec un maximum de 26* t*). Par contre, un camion de 15 tonnes convient, en admettant que les magasins* D,E,F,G *n'auront pas leur tonnage maximum en même temps.*

En comptant cinq jours ouvrables par quart de mois, on aboutit au programme suivant :

1er jour : D,E,F *Moyenne 11* t *(4* t *disponibles)*
2e jour : A,B,C *Moyenne 11* t *(4* t *disponibles)*

3e jour : H,K,L *Moyenne 13* t *(2* t *disponibles)*
4e jour : D,F,G *Moyenne 11* t *(4* t *disponibles)*
5e jour : -
dans lequel les gros magasins D *et* F *sont réapprovisionnés deux fois par quart de mois, les autres magasins étant réapprovisionnés une fois.*

Si le quart de mois ne compte que quatre jours ouvrables, le réapprovisionnement est assuré ; s'il en compte cinq ou six, le camion peut faire un voyage supplémentaire en cas de très forte demande, ou être utilisé à d'autres tâches (transport de mobilier, de panneaux publicitaires par exemple) ou être envoyé en entretien.

1• Quelle quantité faut-il réapprovisionner ?

Prenons un article i qui doit être réapprovisionné tous les n quarts de mois avec un taux de service de 96 %. L'histogramme des demandes par n quart de mois permet de fixer la prévision de demande à satisfaire P_i. Le stock étant M, la veille du réapprovisionnement, la quantité théorique à approvisionner est $P_i - M_i$. Cette quantité sera éventuellement majorée d'une quantité T_i demandée spécialement par le magasin pour satisfaire une demande exceptionnelle. La quantité théorique ainsi obtenue, soit $P_i - M_i + T_i$, sera arrondie à la quantité immédiatement supérieure donnant un multiple entier de conditionnements.

EXEMPLE

Dans un magasin secondaire, un article dont le taux de service est fixé à 98 % doit être réapprovisionné tous les deux quarts de mois ; il est livré par le fournisseur en cartons de douze unités. Les demandes constatées au cours d'une année sont les suivantes :

	JANV	FÉV.	MARS	AVR.	MAI	JUIN	JUIL.	AOUT	SEPT.	OCT.	NOV.	DÉC.
1er quart	30	20	40	40	20	30	20	10	30	40	30	30
2e quart	40	20	20	20	10	40	20	10	50	30	20	40
3e quart	10	30	50	50	10	10	30	20	40	30	30	20
4e quart	30	10	50	20	30	20	40	20	50	20	10	50
TOTAL	110	80	160	130	70	100	110	60	170	120	90	140

La demande annuelle est de 1 340 unités et la demande moyenne par quart de mois est $\frac{1340}{48} = 28$ *unités.*

On voit immédiatement que la demande la plus forte sur deux quarts de mois consécutifs est de 100 unités (3e et 4e quarts de mars) et qu'il y a quatre demandes de 90 sur deux quarts de mois consécutifs ; il y a $48 - 2 + 1 = 47$ cas de demande pendant deux quarts de mois consécutifs. Le nombre de ruptures admis sur 47 réapprovisionnements est

$$(1 - 0{,}98) \times 47 = 1.$$

La prévision de demande à satisfaire est donc $P_i = 90$ (l'étude n'est faite ici que sur un an et non sur deux ans, afin de ne pas trop encombrer le texte) et le stock de protection est égal à

$$90 - 2 \times 28 = 44, \text{ soit } \frac{44}{28} = 1{,}6 \text{ quart de mois de demande moyenne.}$$

A la veille d'un réapprovisionnement, si le stock est $M_i = 50$, la quantité théorique à livrer, en l'absence de demande exceptionnelle ($T_i = 0$) est $P_i - M_i = 40$. Le conditionnement étant le carton de douze unités, la quantité livrée sera 48 et elle fera remonter le stock à $50 + 48 = 98$. Si, au cours des deux quarts de mois suivants, la demande est de 70, le stock restant sera égal à $98 - 70 = 28$; la quantité théorique à livrer sera égale à $90 - 28 = 62$ et la quantité livrée sera de 72 (6 cartons), faisant remonter le stock à $28 + 72 = 100$.

2• *Quelle quantité faut-il commander ?*

L'article étudié est acheté 20 F l'unité et son délai d'approvisionnement est $d = 1$ mois. Les demandes mensuelles sont données dans le tableau de la figure 2.13.

MAGASIN	JANV.	FEV.	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUIL.	AOUT	SEPT.	OCT.	NOV.	DEC.	ANNÉE
A	10	40	15	25	10	15	30	20	10	35	25	15	250
B	30	70	80	20	60	40	50	40	30	20	50	60	550
C	6	12	6	20	8	14	10	18	6	16	14	10	140
D	80	60	20	40	40	70	30	50	60	50	70	30	600
E	70	40	100	80	60	90	50	30	80	40	80	50	770
F	30	24	18	50	28	16	26	32	22	44	36	38	364
G	60	90	40	100	50	70	80	30	80	40	60	80	780
H	30	40	20	10	25	35	15	15	35	30	20	40	315
K	20	35	45	15	25	60	50	30	40	55	35	20	430
L	110	70	80	150	100	180	120	90	120	60	90	130	1 300
TOTAL	446	481	424	510	406	590	461	355	483	390	480	473	5 499

Fig. 2.13

La valeur de la consommation annuelle totale est de 5 499 × 20 = 109 980 F.

Les frais de passation d'une commande d'un article étant de 105 F et le taux des frais de possession du stock étant de 35 %, les seuils en valeur de consommation annuelle sont les suivants (voir page 37) :

$$\frac{288 \times 105 \times 100}{0,5 \times 1 \times 35} = 152\,800 \text{ F entre 0,5 et 1 mois}$$

$$\frac{288 \times 105 \times 100}{1 \times 2 \times 35} = 43\,200 \text{ F entre 1 et 2 mois}$$

$$\frac{288 \times 105 \times 100}{2 \times 3 \times 35} = 14\,400 \text{ F entre 2 et 3 mois}$$

$$\frac{288 \times 105 \times 100}{3 \times 6 \times 35} = 4\,600 \text{ F entre 3 et 6 mois}$$

$$\frac{288 \times 105 \times 100}{6 \times 12 \times 35} = 1\,150 \text{ F entre 6 et 12 mois}$$

109 980 étant compris entre 43 200 et 152 800, l'article étudié doit être commandé tous les mois.

Les demandes totales par tranches de $p + d = 2$ mois consécutifs sont : 925-905-934-916-996-1 051-816-838-873-870-953.

Pour un taux de service de 94 %, le nombre admis de ruptures de stock sur 11 réapprovisionnements est $(1 - 0,94) \times 11 = 1$. (L'étude n'est faite que sur un an, et non sur deux ans, afin de ne pas alourdir le texte.) La prévision de demande à satisfaire est donc $P = 996$ et le stock de protection est égal à :

$$P - S\,(p + d) = 996 - \frac{5\,499}{12} \times 2 = 80$$

La demande moyenne mensuelle étant $S = \frac{5\,499}{12} = 458$, le stock de protection nécessaire couvre $a = \frac{80}{458} = 0,17$ mois de demande moyenne mensuelle.

La quantité à commander aux dates prévues au calendrier, et à faire livrer au magasin principal sera : $Q = 996 - (M + C) + T$ où M représente le stock de l'ensemble magasin principal-magasins secondaires à la date du calcul de Q.

3• *Nombre de commandes sans magasin principal*

Compte tenu des seuils calculés plus haut, ce nombre de commandes serait celui donné par le tableau suivant :

	MAGASINS									
	A	B	C	D	E	F	G	H	K	L
Valeur de la consommation annuelle (F)	5000	11000	2800	12000	15400	7280	15600	6300	8600	26000
Période p (mois)	3	3	6	3	2	3	2	3	3	2
Nombre de commandes par an	4	4	2	4	6	4	6	4	4	6

Il faudrait donc passer un total de 44 commandes par an au lieu de 12 par an avec le magasin principal.

4• *Stock moyen théorique sans magasin principal*

Par magasin, la consommation moyenne S, la prévision de demande P à satisfaire pendant $p + d$ mois avec un taux de service de 94 %, le stock de protection $Sa = P - S(p + d)$, le stock moyen théorique égal à $\frac{Sp}{2} + Sa$, sont déduits de l'historique des demandes par tranches de $(p + d)$ mois et sont donnés par le tableau de la figure 2.14.

	MAGASINS									
	A	B	C	D	E	F	G	H	K	L
Demandes par tranches de $p + d$ mois	90	200	76	200	210	122	190	100	115	260
	90	230	88	160	220	120	230	95	120	300
	65	200	82	170	240	112	190	90	145	330
	80	170	92	180	230	120	220	85	150	430
	75	190	86	190	200	102	200	90	165	400
	75	160	88	210	170	96	180	100	180	390
	95	140		190	160	124	190	95	175	330
	90	140		230	150	134	150	100	160	270
	85	160		210	200	140	180	125	150	270
					170		180			280
$p + d$	4	4	7	4	3	4	3	4	4	3
S	21	46	12	50	64	30	65	26	36	108
P	90	200	92	210	230	134	220	100	175	400
Stock de protection	6	16	8	10	38	14	25	0	31	76
Stock moyen théorique	38	85	44	85	102	59	90	39	85	184

Fig. 2.14

Le stock de protection de l'ensemble des magasins est égal à 224 unités.

Le stock moyen théorique de l'ensemble des magasins est égal à 811 unités.

5• Stock moyen théorique avec magasin principal

L'article étudié étant, par hypothèse, livré tous les quarts de mois dans les magasins secondaires, ceux-ci disposeront d'un stock de protection approximativement égal à la demande moyenne pendant un quart de mois (le calcul exact n'est pas fait ici pour ne pas alourdir le texte).

On a vu plus haut, à propos de la quantité à commander, que le stock de protection à constituer en considérant l'ensemble magasin principal-magasins secondaires est de 80 unités et que la demande moyenne mensuelle totale est de 458 unités.

Le stock de protection constitué dans chacun des magasins secondaires est égal au quotient, arrondi à la valeur entière immédiatement supérieure, de la demande annuelle par 48, soit :

A : 6	C : 3	E : 16	G : 17	K : 9
B : 12	D : 13	F : 8	H : 7	L : 27

qui donnent un total de 118 (un peu supérieur à la demande moyenne totale pendant un quart de mois qui est $\frac{5\,499}{48} = 115$).

Il en résulte que le stock moyen théorique de l'article étudié, lorsqu'il y a magasin principal, est égal à $\frac{458}{2} \times 1 + 80 + 118 = 427$.

L'existence du magasin principal entraîne une réduction de près de 50 % du stock moyen de l'article étudié.

On pourrait même adopter un taux de service de 100 % au magasin principal; le stock de protection passerait de 80 unités à $1\,051 - 458 \times 2 = 135$ et le stock moyen théorique de l'ensemble magasin principal-magasins secondaires passerait de 427 unités à $\frac{458}{2} \times 1 + 135 + 118 = 482$, valeur inférieure de 40 % au stock moyen lorsqu'il n'y a pas de magasin principal.

CAS DES PRODUITS ÉCONOMIQUEMENT DISPONIBLES DANS LE COMMERCE LOCAL

Lorsqu'un produit est disponible localement, le seul intérêt de constituer un stock est d'éviter des commandes et des livraisons fréquentes (à moins qu'il s'agisse de denrées périssables ou de produits ayant une très forte consommation). Encore faut-il vérifier que son prix d'achat majoré des frais d'acquisition et des frais de possession de ce stock est inférieur au prix d'achat du même produit ou d'un produit équivalent (remplissant les mêmes fonctions avec des performances au moins égales) chez un fournisseur éloigné, ne livrant que par quantités relativement importantes, majoré du coût du transport, des frais d'acquisition et des frais de possession du stock correspondant.

S'il en est ainsi, le produit est économiquement disponible localement.

La gestion du stock est alors extrêmement simplifiée. Il suffit de fixer une fréquence raisonnable de commande (par exemple les 2e, 7e, 12e et 17e jours ouvrables de chaque mois) et un niveau maximum H du stock couvrant environ un demi-mois de demande moyenne mensuelle estimée. La quantité à commander lors de chaque commande sera égale à $H - M$ (M étant le stock la veille de la commande), arrondie à un nombre entier de conditionnements. Encore faut-il qu'un marché de longue durée, fixant les spécifications techniques et les conditions commerciales de ces commandes, ait été passé avec le fournisseur local.

Pour certains produits tels que les liquides livrés en vrac, on peut fixer un point de commande, correspondant à, par exemple, deux ou trois jours de consommation moyenne et le fournisseur livrera, soit une quantité qui aura été fixée, soit la quantité permettant le remplissage de la cuve de stockage.

Mais, à part le cas de ces derniers produits, il est préférable de ne pas utiliser la méthode du point de commande lorsque le fournisseur local peut fournir plusieurs articles différents ; on finirait en effet par lui passer des commandes tous les jours.

RÉAPPROVISIONNEMENT DU STOCK DES CONCESSIONNAIRES

Le concessionnaire n'a qu'un seul fournisseur pour l'ensemble des produits, le fabricant qui lui a accordé la concession ; ses clients peuvent être des particuliers, des professionnels ou des entreprises. Les produits sont en stock chez le fabricant sous conditionnements unitaires (unité de vente à la clientèle ou unité d'utilisation si le concessionnaire est aussi réparateur).

Le fabricant effectue des expéditions périodiques et il s'écoule un délai maximum (donc y compris les aléas de transport) entre la demande de réapprovisionnement faite par le concessionnaire et la réception de ce qu'il a demandé. Les demandes sont exprimées par le concessionnaire la veille de chaque expédition.

Pour un article donné, la demande maximale à honorer (compte tenu du taux de service désiré) chez le concessionnaire pendant la période séparant deux expéditions majorée du délai maximum d'approvisionnement est N. Soit M la quantité en magasin chez le concessionnaire la veille d'une expédition pour le fabricant. Le concessionnaire doit théoriquement demander la quantité $N - M$.

Mais une telle méthode reviendrait à réapprovisionner, à chaque livraison périodique, la totalité des articles à la seule exception des quelques produits qui n'auraient été l'objet d'aucune demande depuis la livraison précédente ; il en résulterait de très nombreuses manutentions aussi bien chez le fabricant, pour l'expédition, que chez le concessionnaire, à la réception.

Soit s la demande moyenne de l'article chez le concessionnaire entre deux réapprovisionnements successifs.

Pour éviter le réapprovisionnement systématique de la quasi-totalité des articles à chaque expédition par le fabricant, le concessionnaire demandera pour chaque article la quantité :

$$q = N + ns - M$$

le nombre n étant d'autant plus grand que le prix unitaire de l'article est plus faible, avec $n = 0$ pour les articles très coûteux.

Bien entendu, dans la mesure où la clientèle accepte un délai de livraison ou de réparation pour les articles les plus chers, on peut fixer un taux de service très faible, voire nul.

CAS DES MATIÈRES PREMIÈRES, COMPOSANTS ET MARCHANDISES DE BASE

Les matières premières de base sont des produits d'origine minérale, végétale ou animale, généralement peu élaborés qui servent à la production de biens destinés à la consommation intermédiaire ou finale des divers agents économiques (entreprises, administrations, ménages).

Dans certains secteurs d'activité de la production (énergie, sidérurgie, produits chimiques, raffinerie, papiers et cartons, brasserie, meunerie, semoulerie par exemple) et de la distribution (commerce de gros de charbon, de métaux, du bois, de la laine, des cuirs et peaux, par exemple), les approvisionnements de ces matières premières de base sont l'une des préoccupations majeures, tant parce que le fonctionnement de l'entreprise est lié à la disponibilité de ces matières, qu'à cause du fort impact de leur coût total (prix d'achat, frais d'approche, frais d'achat, coût du stockage) sur le coût de revient de la production.

D'une manière générale, dans les activités de production, matières premières et composants sont à la base même de la vie des entreprises ; dans le commerce, ce sont les marchandises.

Mais les quantités mises en œuvre sont souvent suffisamment importantes pour justifier des livraisons, sinon en continu, du moins à des fréquences très élevées (hebdomadaires, journalières et même plusieurs fois par jour), selon les moyens de transport utilisables (canalisations, convoyeurs, camions, wagons, péniches, bateaux, avions).

Dans ces conditions, il est légitime de songer à fonctionner sans stock ou presque; il n'est plus question en effet de gestion économique du stock qui cherche, d'une manière ou d'une autre, à fixer la fréquence des livraisons qui rend minimale la somme des frais d'acquisition, des frais de possession et des frais de rupture de stock. Quant à certains produits utilisés en relativement faibles quantités mais qui sont stratégiques en ce sens que toute carence entraîne l'arrêt de la production, on peut se demander s'il ne serait pas légitime de disposer continuellement d'un stock supérieur à celui obtenu par une gestion économique du stock.

Pour choisir entre une stratégie de stock fort et une stratégie de stock faible, il faut évaluer d'une part les risques que ce stock stratégique permet de couvrir et d'autre part le coût d'un tel stock. Les risques portent sur la qualité, sur le couple quantité-délai et sur le prix.

1• Risque sur la qualité

Un refus de fourniture pour qualité insuffisante entraîne, si on ne possède pas de stock, le ralentissement ou même l'arrêt de la production ; il y aura ralentissement si la fourniture du produit est partagée entre plusieurs fournisseurs car il est improbable que le manque de qualité survienne en même temps chez les divers fournisseurs ; il y aura arrêt si la fourniture est confiée à un seul fournisseur, et l'arrêt durera tant que le fournisseur ne pourrra pas retrouver le niveau de qualité exigé ou tant que l'on n'aura pas été livré par un nouveau fournisseur capable de satisfaire aux exigences de qualité.

Si, bien que de qualité insuffisante, la fourniture est acceptée, il y aura très probablement soit une baisse de la qualité de la production avec tous les risques que cela comporte (mécontentement et même désaffection de la clientèle, refus de fourniture par les clients, jeu ultérieur des clauses de garantie, mauvaise image de marque) soit un accroissement des coûts de production (perte de rendement, rebuts, modifications dans la gamme d'usinage).

2• Risque sur le couple quantité-délai

Une diminution ou même l'arrêt de la fourniture par un fournisseur peut être engendrée par de multiples causes : incidents de fabrication, rupture d'approvisionnement sur les matières utilisées par le fournisseur, accidents tels que l'incendie, l'inondation ou l'explosion, grève du personnel, disparition du fournisseur ou arrêt de la production après ouverture d'une procédure de redressement judiciaire, mouvements sociaux affectant indirectement le fournisseur, embargo, rupture des relations commerciales avec un pays exportateur pour des raisons politiques.

De plus, même si la diminution ou l'arrêt de la fourniture n'est que de courte durée, il se peut que le fournisseur ait besoin d'un délai assez long pour retrouver sa pleine capacité de production.

Quant aux délais de transport, ils peuvent subir des accroissements sensibles à cause de mauvaises conditions climatiques ou catastrophes climatiques, d'incidents ou accidents de transport (pannes, déraillement, naufrage), grève chez le transporteur, grève affectant indirectement le transporteur (grève des dockers par exemple), mouvements sociaux, guerre.

Quoi qu'il en soit, baisse de la fourniture ou allongement du délai

de livraison ou du transport ont les mêmes répercussions chez l'entreprise acheteuse : si elle ne dispose pas d'un stock suffisant, elle sera obligée de ralentir ou même d'arrêter sa production.

3• *Risque sur le prix*

Le prix d'un produit peut augmenter suite à raréfaction quelle qu'en soit la raison (incident ou accident chez un producteur, mouvements sociaux, mouvements politiques, mauvaises conditions climatiques, guerre...), à un accroissement de la demande, à une variation des cours des devises, à des mouvements spéculatifs, à une diminution de la concurrence, à une entente entre les producteurs.

Si l'entreprise dispose d'un stock important, elle peut, au moins jusqu'à épuisement du stock, ne pas répercuter entièrement la hausse sur son prix de vente (ce qui devrait lui permettre d'accroître sa part de marché), tout en cherchant de nouveaux fournisseurs et des produits de substitution lui permettant de maintenir son prix de vente.

4• *Coût du stock stratégique*

Il est composé du coût financier, du coût de l'emplacement de stockage, du coût de l'obsolescence, du coût des assurances, et enfin d'une perte financière éventuelle si le prix du produit stocké vient à baisser (l'entreprise doit alors répercuter immédiatement la baisse sur son prix de vente, faute de quoi elle risque de perdre une part du marché). On peut noter que si le stockage est impossible, l'entreprise acheteuse peut parfois se doter de moyens de production autonomes (par exemple, en s'équipant de groupes électrogènes de secours).

5• *Conclusion*

On peut dire que le problème du niveau d'un stock stratégique se pose en termes d'assurance. Des risques élevés sur la régularité et la pérennité des approvisionnements militent en faveur d'un stock stratégique relativement important, mais son coût sera élevé si la quantité stockée est grande et si le prix unitaire est élevé. Inversement, il sera généralement préférable de prendre le risque de ralentissement ou d'arrêt de la production de quelques jours, surtout si le risque est faible, que de conserver à longueur d'année un stock stratégique important.

ZÉRO STOCK ?

Dès la première édition de cet ouvrage, figurait, à la fin du titre *Nécessité d'une saine gestion des stocks* (p. 27), la phrase suivante : « On ne doit avoir un stock que si l'on ne peut pas ajuster, économiquement, le flux des livraisons au flux des consommations. »

Depuis cette époque, les Japonais ont lancé deux formules-choc : « zéro stock » et « juste à temps », d'ailleurs équivalentes.

Ces deux formules ne font que reprendre la phrase rappelée plus haut. Il s'agit de faire en sorte, aussi bien pour les produits achetés que pour les produits fabriqués, même en cours d'usinage, que le flux amont soit toujours égal au flux aval (qui est le pilote) sans que pour autant divers coûts (tels que par exemple le prix d'achat) et divers frais (tels que par exemple les frais de réception ou les frais de vérification des factures) augmentent par rapport à la solution avec stockage.

Il en résulte que, s'agissant de la production industrielle, la technique du « zéro stock » implique une programmation à court et moyen terme de la production précise avec de faibles aléas, un système de contrôle de la qualité poussé de façon à éliminer les défauts de fabrication ayant des répercussions en aval, la proximité des fournisseurs afin que d'une part les délais de transport soient très courts et fiables et d'autre part les coûts unitaires de transport soient pratiquement indépendants de la quantité transportée, une forte dépendance des fournisseurs vis-à-vis de leur donneur d'ordre pour que leur production, réservée à un client unique, ne soit pas perturbée par les demandes d'autres clients, une grande souplesse des fournisseurs, telle qu'elle puisse s'adapter instantanément aux variations de la demande. Bien entendu, les fournisseurs doivent eux-mêmes avoir les mêmes exigences par rapport à leurs propres fournisseurs..., si bien qu'à un niveau donné de la production (en matières premières de base par exemple) il y a un stock.

Si la programmation de la production est du seul ressort de l'entreprise (encore que la production elle-même soit étroitement liée à la demande de la clientèle), s'il en est de même de la qualité de la production (dans la mesure où le fournisseur respecte bien le niveau de qualité demandé), par contre, les autres conditions nécessaires au fonctionnement avec un stock nul de produits achetés dépendent essentiellement de l'organisation de la production en amont. Le fournisseur

apparaît comme un vassal de son client unique et puissant et non comme un partenaire; il est dans sa mouvance et toute diversification de la clientèle lui est interdite.

Finalement, l'ensemble « client-fournisseurs » apparaît comme une entreprise intégrée qui, pour des raisons financières, comptables, fiscales, sociales, aurait filialisé certains ateliers tout en les maintenant dans une étroite dépendance commerciale, technique et financière.

Cette organisation des relations entre client et fournisseurs est très éloignée des conceptions françaises et européennes qui tendent au contraire à l'autonomie des fournisseurs par rapport à leurs clients, à la diversification de la clientèle, à la dispersion des implantations industrielles sur tout le territoire.

Cependant, depuis de nombreuses années, les industriels français de la production de masse (construction d'automobiles par exemple) ont réduit leurs stocks de matières premières et de composants à un niveau très bas uniquement destiné à couvrir les risques pesant sur les livraisons, grâce à la mise en œuvre d'une politique de normalisation, d'assurance de la qualité, de diversification des sources d'approvisionnement et de partenariat avec les fournisseurs. Leurs usines tournent avec des stocks de matières premières et de composants voisins de zéro avec toutefois quelques difficultés pour suivre rigoureusement le programme des fabrications.

Mais il y a tellement d'autres causes qui peuvent perturber un programme de production, aussi bien fait soit-il...

3. OUTILS DE LA GESTION MANUELLE DES STOCKS

LA NOMENCLATURE DES ARTICLES STOCKÉS

◆ Définition

La gestion économique des stocks fait appel à des formules, qui peuvent paraître peut-être laborieuses à établir, mais dont l'application pratique est, en fait, très simple. Toutefois, ces formules ne sont pleinement efficaces que si les articles auxquels elles sont appliquées sont parfaitement définis. Il serait vain, pour une entreprise de fournitures d'appareillage électrique, de trouver, après ces calculs, qu'elle doit approvisionner 2 000 prises de courant si elle n'en connaît pas la répartition par nombre de pôles, intensités admissibles, formes, nature de l'isolant.

La nomenclature des articles stockés en est une liste ordonnée donnant pour chaque article une désignation complète et précise, permettant de classer sous des rubriques différentes des articles distincts et sous une même rubrique des articles identiques. En principe, dans une même entreprise, deux articles sont considérés comme identiques s'ils sont

interchangeables du point de vue de l'utilisateur (l'utilisateur pouvant être le client qui achète l'article). Cette rubrique de nomenclature est donc différente de « l'élément de stock » qui, du point de vue comptable, peut grouper des articles différents mais de même nature, justifiables de traitements comptables non différenciés parce que de prix unitaires voisins (prises de courant par exemple). La désignation est accompagnée, dès que le nombre d'articles devient important, de codes, généralement numériques, qui facilitent le classement et qui, surtout, sont indispensables au traitement de l'information par des machines automatiques.

◆ La nomenclature, langage commun

Fixant pour chaque article, une désignation simple, complète et précise, accompagnée généralement d'un numéro de code, la nomenclature est le langage commun à tous ceux qui, dans l'entreprise (y compris parfois la clientèle), ont à connaître des stocks : services de ventes, bureaux d'études, fabrication, entretien, magasiniers, acheteurs, gestionnaires de stocks, services comptables, service du traitement de l'information.

En ce sens, elle facilite les relations avec la clientèle, les relations entre les hommes et entre les services à l'intérieur de l'entreprise et permet d'éviter des erreurs, sources de nombreuses difficultés dans le travail et de retours, faits par des clients qui recevraient des articles ne correspondant pas à l'idée qu'ils s'en faisaient.

Les désignations devraient même pouvoir être utilisées directement dans la rédaction des bons de commande, quitte à y joindre, en annexe, les spécifications de fabrication les complétant.

C'est dire tout le soin qui doit être apporté à la rédaction des désignations (et à la détermination de l'unité de comptage) et au classement des articles.

◆ La nomenclature, outil de standardisation

Dans une nomenclature bien construite, des articles de caractéristiques voisines sont classés à proximité les uns des autres, même s'ils sont habituellement connus sous des appellations fort diverses dans l'entreprise. C'est ainsi que selon l'usage qu'en font les ateliers d'une usine, la même pièce cylindrique en acier, peut être appelée axe, arbre, jet, cylindre, barre ronde, rond, coupe.

On peut alors facilement repérer les articles faisant double emploi ; on peut aussi, disposant de la liste exhaustive de tous les articles de caractéristiques voisines, faire un choix pour ne plus en approvisionner que le petit nombre compatible à la fois avec un stock bas et une fabrication économique : il y aura souvent un arbitrage à faire entre ces deux contraintes contradictoires. Par exemple, si l'on veut obtenir des cylindres d'acier pour tournage de barres rondes du commerce, on peut avoir en stock tout l'échantillonnage de barres existant ; le temps de tournage sera alors aussi rapide que possible et les déchets seront le plus réduits. Mais on peut n'approvisionner qu'un nombre limité de diamètres, ce qui diminue le niveau des stocks et permet d'obtenir de meilleurs prix d'achat ; en compensation, les temps d'usinage seront augmentés et il y aura plus de déchets.

Cette remarque met en évidence que la standardisation dans l'entreprise ne doit pas être l'apanage d'un service unique. En y procédant à partir de la nomenclature, il est facile d'y faire participer tous les services (fabrications, ventes, entretien, achats, gestion des stocks, magasins) et d'aboutir au résultat économique global recherché. En franchissant un pas supplémentaire, on débouche sur l'analyse de la valeur qui n'est autre que la recherche de l'article répondant le plus économiquement possible à un besoin défini.

◆ Principes d'établissement d'une nomenclature

La nomenclature doit être construite de telle sorte que des articles de caractéristiques voisines soient classés à proximité les uns des autres et que la recherche d'un article soit rapide et sûre.

On commencera donc par définir les groupes et familles dans lesquels seront classés les articles. Si une classification universelle en groupes et familles codifiés avec, par exemple, quatre chiffres est réalisable, une classification bien adaptée aux besoins de l'entreprise est souvent préférable. Le degré de finesse dans la répartition des familles peut être parfaitement ajusté pour faciliter les recherches ; il dépend essentiellement du nombre d'articles à classer. C'est ainsi que le service d'entretien d'un immeuble de bureaux peut facilement classer tout l'appareillage électrique dont il a besoin dans un petit nombre de familles ; par contre une entreprise de vente d'appareillage électrique devra disposer de plusieurs familles pour les seules prises de courant.

Quant à la numérotation des articles, on peut en définir trois systèmes.

Le premier est la numérotation « à la suite » dans l'ordre chronologique d'apparition des articles. Le numéro affecté à un article est un repère ne comportant que le minimum de chiffres ; pour numéroter 10 000 articles, il suffit théoriquement d'un numéro à quatre chiffres. En fait, pour éviter les erreurs de transcription, il faut y adjoindre un chiffre-clé dont la valeur dépend du numéro de l'article (le chiffre-clé sera, par exemple, le reste de la division par 7 du numéro de l'article). Le gros inconvénient est que, parallèlement à cette numérotation, il faut un classement idéologique en groupes et familles.

Le second système consiste à donner une signification à chacun des chiffres formant le numéro de code de l'article.

EXEMPLE

Pour des ampoules électriques, le 1er chiffre sera significatif du type (0 pour incandescence, 1 pour fluorescence, 2 pour filament de carbone, 3 pour vapeur de mercure, 4 pour « arbre de Noël », 5 pour projection, etc.), le 2e sera significatif de la forme (0 pour standard, 1 pour sphérique, 2 pour flamme, 3 pour tube, 4 pour brûle-parfum, etc.), le 3e sera significatif du culot (0 pour baïonnette B 22, 1 pour petite baïonnette B 14, 2 pour vis E 24, 3 pour petite vis E 14, 5 pour culot à ergot, 6 pour Goliath E 40, etc.), le 4e sera significatif de la tension (0 pour 6 V, 1 pour 12 V, 2 pour 24 V, 3 pour 127 V, 4 pour 220 V, 5 pour 230 V, etc.), le 5e sera significatif de la puissance (0 pour 15 W, 1 pour 25 W, 2 pour 40 W, 3 pour 60 W, 4 pour 75 W, etc.), le 6e sera significatif de la couleur (0 pour claire, 1 pour dépolie, 2 pour lumière du jour, 3 pour bleue, 4 pour rouge, etc.).

L'inconvénient majeur de ce système est qu'il conduit à un très grand nombre de chiffres ; un autre inconvénient est le risque de ne plus disposer de place pour codifier une nouvelle valeur d'une caractéristique déterminée.

Le troisième système est intermédiaire entre les deux précédents. Après avoir défini les groupes et familles d'articles (au moyen d'une numérotation à quatre chiffres par exemple), les articles sont codifiés, à l'intérieur de chaque famille, par un numéro à deux ou trois chiffres, qui n'est qu'un simple numéro d'ordre, non significatif de caractéristiques particulières. Si le découpage en familles est correctement réalisé, on dispose, au départ, à l'intérieur de chaque famille, d'une capacité suffisante pour laisser de nombreux numéros libres ; il n'est alors pas nécessaire d'utiliser un chiffre-clé ; quant à l'introduction

d'articles nouveaux, à leur place logique, elle reste pratiquement toujours possible.



FICHES DE CASIER, FICHES DE STOCK, FICHES DE RÉSERVATION

On a vu toute l'importance de la connaissance immédiate et continue des existants en quantités : calcul de la quantité à commander, surveillance du stock critique (voir chapitre 2). Si les articles sont nombreux et variés et si les quantités en stock de chacun d'eux sont relativement élevées (plus d'une vingtaine d'unités) on ne peut pas se satisfaire du seul comptage physique des existants ; il faut disposer de documents permettant, à la lecture, de connaître le niveau du stock de chaque article.

1• La fiche de casier

Elle reste en permanence dans le casier où est rangé l'article ; elle comporte un certain nombre de cases où sont inscrits le numéro de l'article, sa désignation, son unité de comptage, ainsi que, éventuellement d'autres paramètres liés à l'article (unité d'emballage, stock critique, etc.) ; dans des colonnes « date », « nature du mouvement », « numéro de bon », « entrée », « sortie », « stock », le distributeur enregistre les caractéristiques des mouvements du stock au fur et à mesure qu'ils se produisent. L'avantage de ce procédé est que l'on dispose de l'historique de l'article lorsque l'on est devant le casier. Mais les inconvénients sont nombreux ; la fiche de casier est souvent sale et peu lisible (surtout si les articles à manipuler sont gras, poussiéreux, rouillés) ; elle risque de s'égarer ; si elle est fixée à un clou, le distributeur risque de s'accrocher au passage ; les renseignements qu'elle porte doivent être transcrits pour être communiqués au gestionnaire du stock.

2• Les fiches de stock

Elles sont classées dans un fichier, dans un ordre déterminé, celui des numéros d'articles par exemple. Un fichiste les tient à jour en y

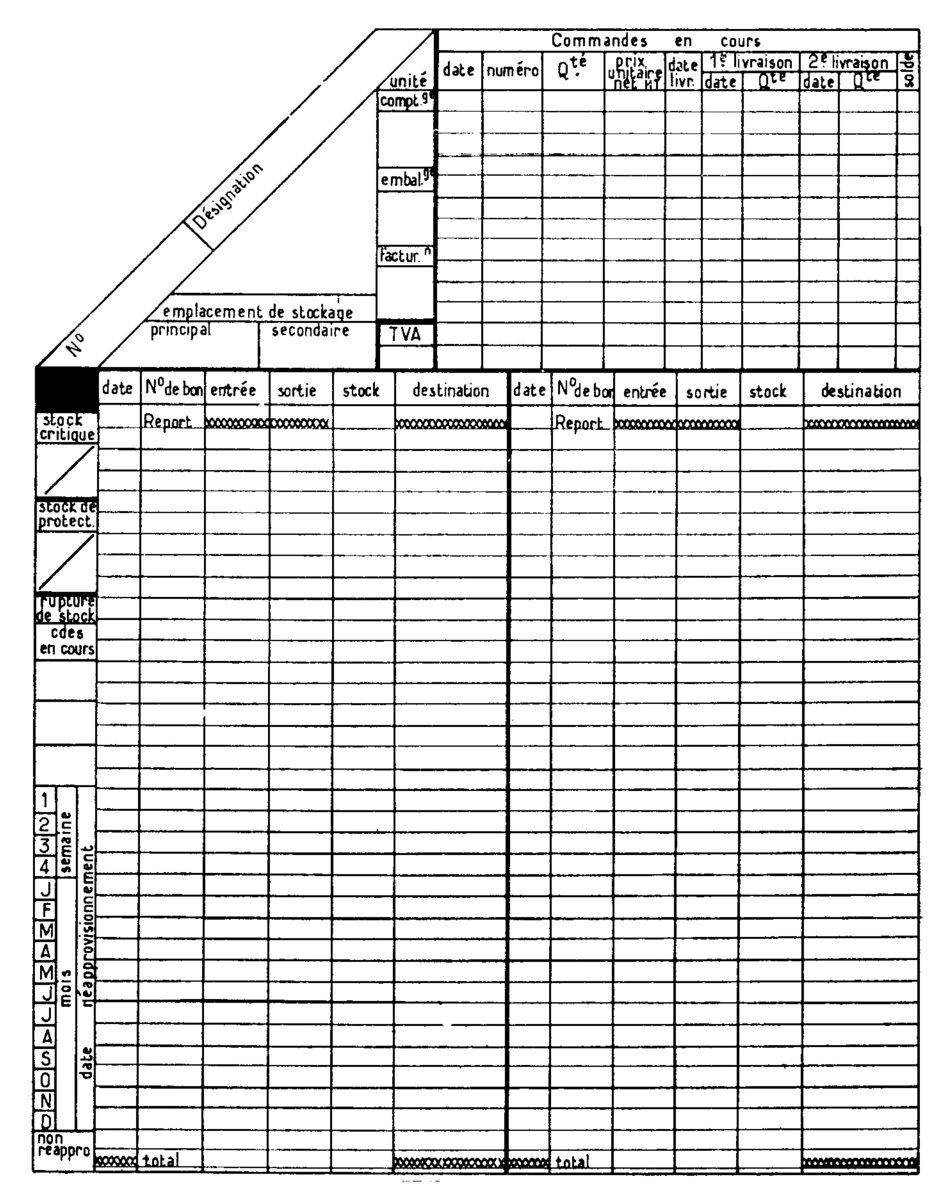
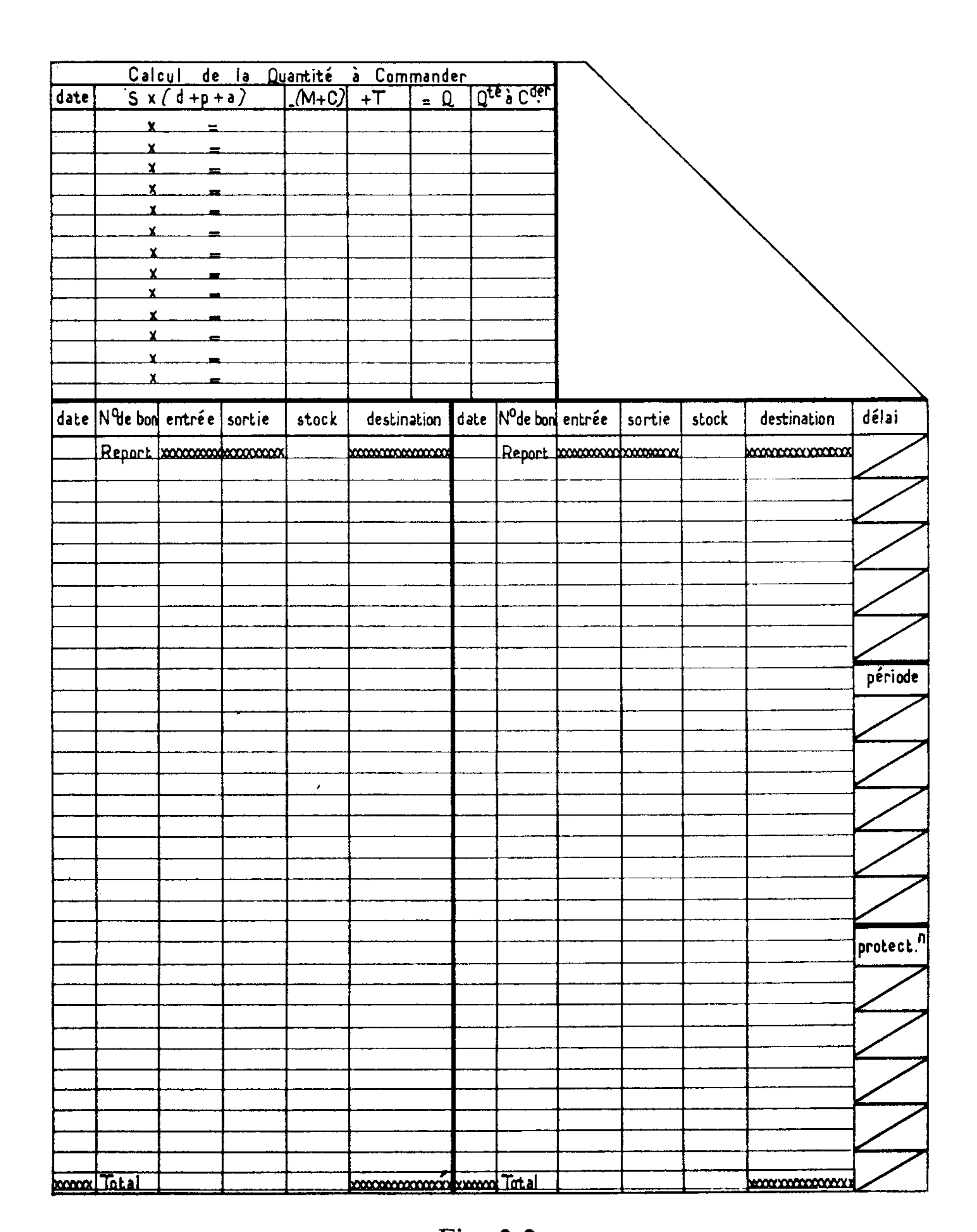

Commandes en cours
date
numéro
Qté
prix unitaire net HT
date livr.
1re livraison
date
Qté
2e livraison
date
Qté
solde
unité
compt.ge
embal.ge
factur.n
TVA
Désignation
N°
emplacement de stockage
principal
secondaire
date
N° de bon
entrée
sortie
stock
destination
Report
stock critique
stock de protect.
rupture de stock
cdes en cours
1
2
3
4
semaine
J
F
M
A
M
J
J
A
S
O
N
D
mois
date réapprovisionnement
non réappro
total

Fig. 3.1



Calcul de la Quantité à Commander
date
S x (d + p + a)
_(M+C)
+T
= Q
Qté à Cder
date
N° de bon
entrée
sortie
stock
destination
Report
Total
délai
période
protect.n

Fig. 3.2

transcrivant les bons de mouvements. Elles portent au minimum les mêmes renseignements que la fiche de casier ; mais on peut y ajouter facilement d'autres éléments qui aident à la gestion du stock : commandes en cours, repères pour placer des cavaliers de couleur si le stock critique est atteint, si le stock est en rupture, indice permettant de repérer les articles à approvisionner normalement, à épuiser, à éliminer. Enfin, si le gestionnaire du stock travaille au magasin, la fiche permet d'enregistrer tous les renseignements nécessaires à la gestion : dates d'examen de l'article d'après le calendrier d'approvisionnement, calcul de la quantité à commander, consommation moyenne mensuelle prévue, etc. Les figures 3.1 et 3.2 donnent un modèle de fiche de stock à bande latérale visible (recto et verso).

3• Les fiches de réservation

Ouvertes pour certains articles, elles servent à enregistrer, en quantités et dates, les réservations faites par divers utilisateurs. Elles permettent de connaître le disponible en stock, de vérifier si les prévisions de besoins émises par les utilisateurs sont correctes, d'interroger les demandeurs si les réservations ne sont pas suivies d'une utilisation. Outre les numéros et désignations d'articles, elles comportent diverses colonnes permettant d'enregistrer les dates des réservations, les quantités réservées, les dates d'utilisation prévues, les utilisateurs qui ont fait les demandes, les consommations correspondantes en quantité et dates et éventuellement, les écarts entre prévisions et réalisations.



FICHES D'APPROVISIONNEMENT, FICHES NAVETTES

1• Fiche d'approvisionnement

C'est l'outil qui permet d'exploiter le plan d'approvisionnement en facilitant le calcul de la quantité à commander. Elle est tenue par le gestionnaire du stock. Lorsque celui-ci a son bureau dans le magasin, tous les renseignements nécessaires à la gestion du stock peuvent être portés dans des cases et des colonnes particulières de la fiche de stock (figures 3.1 et 3.2). Dans le cas contraire, il faut ouvrir une fiche d'approvisionnement pour chaque article à approvisionner ; on trouvera sur cette fiche :

— des éléments fixes : numéro de nomenclature de l'article, désignation, unité de comptage, période de commande, dates d'examen,

— des éléments révisables : — délai d'approvisionnement, consommation moyenne mensuelle prévue pour besoins courants, stock de protection, stock critique,

— des éléments variables à chaque examen : quantité disponible en magasin, quantité en commande, besoins pour travaux s'ajoutant aux besoins courants (indiqués par les utilisateurs au gestionnaire du stock),

— la quantité à commander calculée à chaque examen.

La quantité à commander qui résulte de l'exploitation de cette fiche est indiquée à l'acheteur soit en lui communiquant la fiche, soit au moyen d'un bordereau de commande.

Classement des fiches d'approvisionnement

Il faut classer les fiches d'approvisionnement de manière que l'on trouve automatiquement chaque semaine, celles des articles que l'on doit examiner d'après le plan d'approvisionnement. On peut utiliser la méthode suivante [1].

Les fiches sont réparties dans des livres divisés en quatre parties numérotées 1, 2, 3 et 4 (correspondant aux quatre semaines du mois) au moyen de 3 intercalaires.

Les fiches des articles dont la période d'examen est un mois sont toutes mises dans le même livre numéroté I-1 (le chiffre romain indique la période d'examen, le chiffre arabe qui le suit est le numéro d'ordre du livre dans la série des livres qui seront ouverts). Ce livre sera examiné tous les mois, la première partie entre le 1er et le 7 du mois, la deuxième partie entre le 8 et le 15, la troisième partie entre le 16 et le 22, la quatrième partie entre le 23 et le 30.

Les fiches des articles dont la période d'examen est deux mois seront réparties entre deux livres numérotés II-2 (examen en janvier, mars, mai, juillet, septembre, novembre) et II-3 (examen en février, avril, juin, août, octobre, décembre). Les fiches des articles dont la période d'examen est trois mois seront réparties entre 3 livres numérotés III-4 (examen en janvier, avril, juillet, octobre), III-5 (examen en février, mai, août, novembre), et III-6 (examen en mars, juin, septembre,

1. *Cf.* A. Rambaux, *Op. cit.*

décembre). Les fiches des articles dont la période d'examen est 6 mois seront réparties entre 6 livres numérotés VI-7 (examen en janvier et juillet), VI-8 (février et aôut), VI-9 (mars et septembre), VI-10 (avril et octobre), VI-11 (mai et novembre), VI-12 (juin et décembre). Enfin, les fiches des articles dont la période d'examen est 12 mois seront réparties entre 12 livres numérotés XII-13 (janvier), XII-14 (février), XII-15 (mars), XII-16 (avril), XII-17 (mai), XII-18 (juin), XII-19 (juillet), XII-20 (août), XII-21 (septembre), XII-22 (octobre), XII-23 (novembre), XII-24 (décembre).

Si comme nous l'avons préconisé, on s'arrange en construisant le plan d'approvisionnement, pour n'examiner aucun article de période 12 mois en juillet et août, les livres XII-19 et XII-20 ne contiendront aucune fiche.

Les livres examinés chaque mois seront les suivants :

MOIS	PÉRIODE				
	1 mois	2 mois	3 mois	6 mois	12 mois
janvier	I-1	II-2	III-4	VI-7	XII-13
février	I-1	II-3	III-5	VI-8	XII-14
mars	I-1	II-2	III-6	VI-9	XII-15
avril	I-1	II-3	III-4	VI-10	XII-16
mai	I-1	II-2	III-5	VI-11	XII-17
juin	I-1	II-3	III-6	VI-12	XII-18
juillet	I-1	II-2	III-4	VI-7	XII-19
août	I-1	II-3	III-5	VI-8	XII-20
septembre	I-1	II-2	III-6	VI-9	XII-21
octobre	I-1	II-3	III-4	VI-10	XII-22
novembre	I-1	II-2	III-5	VI-11	XII-23
décembre	I-1	II-3	III-6	VI-12	XII-24

On voit que les fiches contenues dans le livre I-1 sont examinées tous les mois, que celles contenues dans les livres II-2 et II-3 le sont tous les deux mois, que celles contenues dans les livres III-4 à III-6 le sont tous les trois mois, que celles contenues dans les livres VI-7 à VI-12 le sont tous les six mois, enfin que celles contenues dans les livres XII-13 à XII-24 le sont une fois par an.

Dès leur ouverture, les fiches d'approvisionnement sont repérées par le numéro des livres qui les contiendront et par le numéro de la semaine où elles seront examinées. Ce repérage, reporté dans une case « classement » des fiches d'approvisionnement, permet de les classer sans se

tromper dans les livres du plan d'approvisionnement. Les fiches classées dans une partie correspondant à une semaine d'un livre sont mises dans l'ordre des numéros de nomenclature.

2• Tenue à jour de la fiche d'approvisionnement - Fiche navette.

A chaque examen de la fiche d'approvisionnement, il faut connaître la quantité en stock et la quantité en commande. On peut utiliser une fiche navette pour transmettre au gestionnaire du stock (qui tient les fiches d'approvisionnement) les renseignements nécessaires qui figurent sur la fiche de stock. Elle comporte :

— des éléments fixes : numéro de nomenclature, désignation des articles, classement dans le plan d'approvisionnement,

— des éléments révisables : stock critique, consommation moyenne mensuelle prévue, indiqués par le gestionnaire du stock,

— des éléments variables à chaque examen, indiqués par le magasin : moyenne des sorties des 12 derniers mois; quantité en magasin, quantité en commande,

— la quantité à commander, indiquée par le gestionnaire du stock.

Les fiches navettes sont détenues par le magasin et communiquées au gestionnaire du stock suivant le calendrier d'approvisionnement; elles doivent donc être classées suivant le même principe que les fiches d'approvisionnement. Cependant, comme elles sont destinées à aller et venir entre le magasin et le gestionnaire du stock, elles seront classées dans des chemises (et non dans des reliures comme les fiches d'approvisionnement).

4. COMPTABILITÉ DES STOCKS

Comptabiliser les stocks, c'est en connaître, par des moyens propres aux techniques de la comptabilité, les existants en quantités et en valeurs ; cette connaissance résulte de la tenue de comptes spécialisés : les comptes de stocks de la classe 3 et les comptes d'inventaire permanent de la classe 9 [1].

Il ne s'agit ici que de donner, au sujet de la comptabilité des stocks, des indications suffisantes pour dialoguer en harmonie avec les spécialistes de la comptabilité. Bien souvent, en effet, on constate une certaine ignorance, dans les autres organismes de l'entreprise, des règles comptables et de leur motivation, des impératifs imposés aux services comptables et aussi des moyens dont ils disposent pour fournir divers renseignements ; la tenue, dans divers services, de para-comptabilités parfois rendues nécessaires par les délais trop longs de restitution de la comptabilité, ne conduit, généralement, qu'à approfondir le fossé.

C'est pourquoi il a paru utile de donner les développements qui suivent sur la comptabilité des stocks vue par un « non-comptable ».

---

1. H. FOUILLET — *Évaluation et contrôle des stocks.*
— Conseil National de la Comptabilité — Plan Comptable Général approuvé par arrêté du 27 avril 1982. Imprimerie Nationale, 3e édition 1983.

POURQUOI COMPTABILISER LES ARTICLES EN STOCKS ?

La connaissance des existants en quantités et en valeurs répond à de nombreux besoins dans l'entreprise : tenue de la comptabilité, gestion de la trésorerie, nécessités fiscales, gestion des approvisionnements.

◆ Tenue de la comptabilité

Toute entreprise doit tenir sa comptabilité qui, entre autres, doit déboucher sur l'établissement d'un bilan. Les stocks sont inscrits à l'actif du bilan, dans les comptes de la classe 3 du Plan Comptable Général. Il convient de noter ici que le mot « stocks » a, en comptabilité, une acception légèrement différente de celle admise lorsqu'il s'agit d'approvisionnements. En effet, si l'on se réfère au Plan Comptable Général [1], on trouve les définitions suivantes :

1• Stocks et productions en cours

Ensemble des biens ou des services qui interviennent dans le cycle d'exploitation de l'entreprise pour être :

— soit vendus en l'état ou au terme d'un processus de production à venir ou en cours ;
— soit consommés au premier usage.

On distingue les stocks proprement dits des productions en cours. Les stocks proprement dits comprennent :

— les approvisionnements : matières premières (et fournitures), matières consommables (et fournitures) ;
— les produits : produits intermédiaires, produits finis, produits résiduels ;
— les marchandises.

Les stocks peuvent être directement inventoriés par rapport à une nomenclature.

Les productions en cours sont des biens (ou des services) en cours

1. *Op. cit.*

de formation au travers d'un processus de production. Ils peuvent être inventoriés par assimilation conventionnelle à d'autres biens de la nomenclature ou par inscription sous une rubrique "non ventilable" de cette nomenclature.

Nota.

1. Suivant leur degré d'élaboration et leur origine, les emballages sont classés sous l'une ou l'autre des catégories énumérées ci-dessus.

2. Les biens pour lesquels une décision d'immobilisation a été prise ne figurent pas dans les stocks. Ils sont comptabilisés dans la classe des immobilisations.

2• Matières premières (et fournitures)

Objets et substances plus ou moins élaborés destinés à entrer dans la composition des produits traités ou fabriqués.

3• Matières consommables (et fournitures)

Objets et substances plus ou moins élaborés, consommés au premier usage ou rapidement, et qui concourent au traitement, à la fabrication ou à l'exploitation, sans entrer dans la composition des produits traités ou fabriqués.

4• Matières d'emballages (et fournitures)

Objets et substances destinés à la fabrication des emballages ou à leur achèvement.

5• Produits intermédiaires

Produits qui ont atteint un stade d'achèvement mais destinés à entrer dans une nouvelle phase du cycle de production.

6• Produits finis

Produits qui ont atteint un stade d'achèvement définitif dans le cycle de production.

7• *Produits résiduels*

Déchets et rebuts de fabrication.

8• *Marchandises*

Tout ce que l'entreprise achète pour revendre en l'état. »

A noter que les matières de récupération sont comptabilisées au même titre que les produits résiduels.

A chacune des natures de stock ainsi définies correspond un compte de la classe 3 et un sous-compte du compte d'inventaire permanent (compte 94). La principale différence entre cette classification comptable et le classement en catégories retenu par la gestion des approvisionnements est l'incorporation, sous le vocable « stocks » des produits intermédiaires, des produits finis et des produits ou travaux en cours qui résultent de l'activité même de l'entreprise conformément à sa vocation.

En fait, il peut se faire que, pour son activité, l'entreprise utilise aussi bien des matières premières et matières consommables achetées que des produits intermédiaires fabriqués par elle-même, des marchandises achetées aussi bien que des produits finis provenant de ses fabrications.

La distinction ne tient plus alors qu'à l'origine de ces articles. Aussi l'affectation d'un article à un sous-compte déterminé peut-elle, dans certains cas, soulever des difficultés ; mais le Plan Comptable Général donne toutes précisions à ce sujet et il convient de s'y référer.

Quant aux produits ou travaux en cours, enregistrés dans les comptes de stocks, ils ne relèvent généralement pas des attributions des Services d'approvisionnements, mais des Services de fabrication.

Mais la connaissance du coût unitaire des articles stockés est également indispensable au calcul des coûts de revient de l'entreprise car les éléments des stocks consommés concourent à leur établissement. Ceci implique que non seulement les stocks mais aussi les mouvements de stocks soient correctement valorisés ; les méthodes de valorisation font l'objet de la page 118.

◆ Gestion financière

Si les immobilisations doivent normalement être financées par les capitaux propres et les emprunts à long terme, les stocks le sont, pour une part, grâce à ces mêmes moyens et pour le solde par les dettes à

court terme. Mais il ne faut pas que les dettes à court terme, dont une part importante est due aux fournisseurs, dépassent les valeurs réalisables à court terme et le disponible. Sans entrer dans les détails qui n'ont pas leur place ici, on sent bien qu'il y a des seuils à ne pas dépasser et que la connaissance des valeurs investies dans les stocks est indispensable au maintien de l'harmonie du bilan d'une affaire saine.

Enfin, toute augmentation du stock se traduira par un déséquilibre entre les dettes à court terme et les valeurs réalisables à court terme ou disponibles; il peut même affecter le disponible et, à la limite, cette augmentation du stock entraînant une diminution du disponible pourrait conduire l'entreprise à un état de cessation de paiement. C'est dire à quel point il est nécessaire de connaître continuellement les valeurs investies dans les stocks et de suivre de très près leur évolution.

◆ Nécessités fiscales

Les comptes de gestion font apparaître, d'une part la variation des stocks (approvisionnements et marchandises) au compte 603 et d'autre part la variation des stocks (en cours de production, produits) au compte 713.

La variation des stocks influence donc le résultat de l'exercice (compte 12) qui fait apparaître un bénéfice (ou éventuellement une perte) sur lequel est calculé l'impôt sur les bénéfices industriels et commerciaux. On voit ainsi que la valeur des stocks influe sur l'assiette de l'impôt sur les bénéfices.

En matière de T.V.A. (taxe sur la valeur ajoutée) la connaissance de la valeur des stocks est également indispensable puisqu'elle sert d'assiette au calcul de cette taxe appliquée aux fournitures. Ceci implique que la valeur du stock de chaque article soit connue.

◆ Gestion des approvisionnements

C'est la valeur de la consommation annuelle d'un article qui définit sa période économique de commande; il serait possible d'obtenir cette valeur par la multiplication de la quantité consommée par le dernier prix unitaire d'achat connu. Mais il est bien plus commode de la tirer de la comptabilité des stocks qui a à connaître des quantités et des prix. D'autre part, les prix unitaires fournis par la comptabilité servent de référence aux acheteurs lors des négociations de commandes. Ils peu-

vent également servir de base pour la détermination des prix de facturation des articles cédés aux autres services de l'entreprise ou vendus. Enfin, la connaissance globale d'un stock constitué de plusieurs articles, ne peut être obtenue que si l'on parle en francs et non plus en quantités ; d'où la nécessité de disposer de données valorisées sur les stocks, les consommations, les entrées. Il appartient à la comptabilité des stocks de fournir ces renseignements.

Ainsi donc, la tenue de la comptabilité des stocks, nécessaire pour de nombreuses raisons, est étroitement liée aux approvisionnements qui lui apportent les données de base : mouvements de magasins en quantités et valeurs d'achats. Diverses entreprises en sont d'ailleurs arrivées à rattacher la comptabilité des stocks à la Direction des Approvisionnements.

VALORISATION DES STOCKS ET DE LEURS MOUVEMENTS

◆ Méthode de valorisation des stocks

Il s'agit de connaître le prix unitaire de l'article en stock, le calcul se faisant soit chaque fois qu'un événement vient modifier ce prix unitaire (entrée en stock par exemple) soit à dates fixes. Quoi qu'il en soit, le prix unitaire est obtenu de la manière suivante.

1• Stocks achetés

C'est le prix unitaire moyen pondéré déterminé par application de la formule :

$$\frac{\text{Valeur du stock en début de période} + \text{Valeur des entrées de la période}}{\text{Quantité en stock en début de période} + \text{Quantité entrée pendant la période}}$$

La valeur des entrées de la période est égale au montant des achats majorés des frais accessoires d'achats et éventuellement des frais d'approvisionnements, mais hors escomptes, qui sont des profits financiers enregistrés au compte 765 «Escomptes obtenus» et hors agios qui sont des charges externes enregistrées, au titre des services bancaires et assimilés, au compte 6275 «Frais sur effets».

2• *Produits résiduels*

Le prix unitaire est égal au cours du marché au jour de l'évaluation diminué d'une décote représentant les frais de vente.

3• *Stocks fabriqués*

Le prix unitaire moyen pondéré résulte de l'application de la formule :

$$\frac{\text{Valeur des stocks en début de période} + \text{Coût des productions de la période}}{\text{Quantité en stock en début de période} + \text{Quantité produite pendant la période}}$$

◆ Méthodes de valorisation des mouvements de stocks

1• *Entrées*

Les entrées de stocks achetés et de stocks fabriqués sont valorisées comme indiqué dans le paragraphe précédent.

Les entrées de déchets sont valorisées au prix unitaire.

2• *Sorties*

On peut appliquer l'une des méthodes suivantes.

Valorisation au prix unitaire moyen pondéré.

C'est la méthode la plus simple ; elle présente l'inconvénient de valoriser à un prix intermédiaire deux unités du même article achetées à des prix différents. Mais la valeur du stock résiduel conserve bien son aspect de valeur pondérée.

Méthode du « Premier entré - Premier sorti »

Les entrées se font par lots successifs ; on suppose que les sorties affectent d'abord les unités du lot le plus ancien et elles sont valorisées au prix unitaire moyen correspondant jusqu'à épuisement du lot. Puis on les valorise au prix unitaire moyen du lot suivant.

L'avantage est que la valeur du stock se rapproche de la valeur de

renouvellement au fur et à mesure de l'épuisement des lots les plus anciens. L'inconvénient majeur est que, dans le calcul des coûts de revient, la valeur des articles utilisés est ancienne; un autre inconvénient est qu'il faut, dans les calculs, tenir compte de l'importance de chaque lot et en surveiller l'épuisement.

Méthode du « Dernier entré - Premier sorti »

L'avantage est que, dans le calcul des coûts de revient la valeur des articles utilisés est récente. L'inconvénient est que la valeur du stock est éloignée de sa valeur de renouvellement.

Emploi des « coûts approchés »

Un inconvénient commun aux trois méthodes précédentes est que, lorsqu'une sortie doit être valorisée, il peut se faire qu'il manque tout ou partie de renseignements permettant de valoriser les entrées précédentes avec certitude (facture de fournisseur en retard, calcul des coûts de production non terminés par exemple). L'emploi des « coûts approchés », obtenus par référence à la période précédente, à un prix de commande, par exemple, simplifie le travail comptable en évitant cet inconvénient qui oblige parfois à des travaux de redressement importants. Les « coûts approchés » étant, par définition, voisins des coûts réels, les différences à redresser restent faibles et sont simplement enregistrées dans les sous-comptes appropriés du compte 94 d'inventaire permanent.

Emploi des « coûts préétablis »

Le coût préétabli (appelé parfois prix standard) est fixé pour une période déterminée (trois mois, six mois, un an); il est utilisé pour valoriser les sorties de stock au cours de cette même période.

L'avantage de cette méthode est que les coûts de revient des fabrications ainsi calculés sont indépendants des cours des produits et de l'érosion monétaire; leur évolution reflète donc fidèlement celle de la productivité des ateliers. L'inconvénient est qu'il faut comptabiliser dans un compte spécial les écarts entre les prix préétablis et les prix réels pour retrouver, en fin de période, les éléments permettant de tenir, avec exactitude, la comptabilité générale, et de trouver les coûts de revient réels. Les travaux comptables peuvent devenir, de ce fait, assez complexes.

L'exemple donné dans le tableau figure 4.1 illustre les quatre premières méthodes citées et fait apparaître les différences entre les résultats obtenus tant dans les valeurs des stocks que dans les valeurs des mouvements de stocks.

◆ Outils de valorisation

1• Valorisation manuelle

Les stocks sont tenus, en quantités et en valeurs, sur des fiches de stocks remplies à la main. Des colonnes spéciales doivent être prévues sur les fiches pour l'inscription des prix unitaires et des valeurs. Les mouvements sont valorisés sur les bons de sortie et bons d'entrée qui doivent comporter des emplacements pour l'inscription des valeurs. La valorisation manuelle est assez longue et les erreurs peuvent être assez fréquentes (erreurs de transcription, erreurs dans les opérations). Elle ne doit être utilisée que si le nombre d'articles en stock et de mouvements de stock restent relativement faibles (une cinquantaine de mouvements par jour).

2• Machine comptables

Des fiches positionneuses permettent d'enregistrer et valoriser les mouvements de stocks, de tenir les stocks en quantités et valeurs. Les machines comptables effectuent les opérations, tirent des soldes et font un certain nombre de vérifications sur les opérations. Elles sont de plus en plus supplantées par les machines à cartes perforées et par les ordinateurs.

3• Machines à cartes perforées

Les quantités et les valeurs inscrites sur les bons d'entrée, les quantités inscrites sur les bons de sortie, sont enregistrées sur des cartes perforées ou sur des documents « mark sensing » traités par les machines qui tiennent les stocks en quantités et en valeurs.

La sécurité obtenue, tant dans les transcriptions que dans les calculs, est pratiquement totale. Mais le traitement des informations, bien que beaucoup plus rapide qu'avec les procédés qui viennent d'être décrits, est relativement long ; d'autre part les périodes de traitement sont fréquemment la semaine ou le mois. Les quantités en stocks devant,

	PUM Pondéré			Coûts approchés			1er entré – 1er sorti			Dernier entré – 1er sorti		
	Quantité	PU	Valeur	Quantité	PU	Valeur	Quantité	PU	Valeur	Quantité	PU	Valeur
Entrée 1er lot	+ 100	1,00	+100,00	+ 100	1,00	+100,00	+ 100	1,00	+100,00	+100	1,00	+100,00
Sorties de 50 unités	– 50	1,00	– 50,00	– 50	1,00	– 50,00	– 50	1,00	– 50,00	– 50	1,00	– 50,00
Stock à nouveau	50	1,00	50,00	50	1,00	50,00	50	1,00	50,00	50	1,00	50,00
Entrée 2e lot	+100	1,20	+120,00	+100	1,20	+120,00	+100	1,20	+120,00	+100	1,20	+120,00
Stock à nouveau	150	1,13	170,00	150	1,13	170,00	150	1,13	170,00	150	1,13	170,00
Sorties de 70 unités	– 70	1,13	– 79,10	– 70	1,13	– 79,10	– 50	1,00	– 50,00[1]	– 70	1,20	– 84,00[1]
							– 20	1,20	– 24,00[2]			
Stock à nouveau	80	1,14	90,90	80	1,14	90,90	80	1,20	96,00	80	1,08	86,00
Entrée 3e lot	+100	1,40	+140,00	+100	1,30	+130,00	+100	1,40	+140,00	+100	1,40	+140,00
Stock à nouveau	180	1,28	230,90	180	1,23	220,90	180	1,31	236,00	180		226,00
Sorties de 150 unités	–150	1,28	–192,00	– 50	1,23	– 61,50	– 80	1,20	– 96,00[3]	–100	1,40	–140,00[2]
				+ 0		+ 10,00[1]	– 70	1,40	– 98,00[4]	– 30	1,20	– 36,00[3]
				130	1,30	169,40				– 20	1,00	– 20,00[4]
				–100	1,30	–130,00						
Stock à nouveau	30	1,30	38,90	30	1,31	39,40	30	1,40	42,00	30	1,00	30,00

Coûts approchés :
1 — Redressement sur entrée précédente

1er entré – 1er sorti :
1 — 1er lot épuisé
2 — Prix unitaire du 2e lot
3 — 2e lot épuisé
4 — Prix unitaire du 3e lot

Dernier entré – 1er sorti :
1 — Prix unitaire du 2e lot
2 — Prix unitaire du 3e lot
3e lot épuisé
3 — Prix unitaire du 2e lot
2e lot épuisé
4 — Prix unitaire du 1er lot

pour la gestion, être connues instantanément, la tenue des stocks en quantités et valeurs sur machines à cartes perforées doit être doublée d'une tenue en quantité sur fiches de stocks.

4• Ordinateurs

Les quantités et valeurs inscrites sur les bons d'entrée, les quantités inscrites sur les bons de sortie sont transcrites sur des cartes perforées, des documents « mark sensing », des rubans perforés, des bandes magnétiques ou peuvent même être lues directement par des machines à lecture des caractères (voir chapitre 5).

Le traitement des informations est très rapide (quelques millisecondes pour une information concernant un mouvement de stock) et les périodes de traitement sont courtes (la semaine) et peuvent être très courtes (la journée ou la demi-journée) et même nulles (traitement instantané, « en temps réel ») ; en outre, la sécurité est totale grâce aux nombreux contrôles que peut exercer l'ordinateur, sur une information, avant de la traiter. La tenue en quantité des stocks sur fiches de stocks peut, et même doit, être supprimée.

L'INVENTAIRE PERMANENT

« L'inventaire comptable permanent est une organisation des comptes de stocks qui, grâce à l'enregistrement des mouvements, permet de connaître de façon constante, en cours d'exercice, les existants chiffrés en quantités et en valeurs » [1].

Il est important de distinguer l'inventaire permanent, objet du compte 94 de la comptabilité analytique, du compte de stock (classe 3) qui, en principe, n'est utilisé qu'en début et en fin d'exercice, pour l'établissement du bilan. Cependant, le compte 94 d'inventaire permanent est divisé en sous-comptes qui rappellent les sous-comptes du compte de stock de la classe 3.

Si l'entreprise dispose de plusieurs magasins pouvant recevoir des articles identiques, l'inventaire permanent peut, matériellement, être

1. Conseil National de la Comptabilité. Plan comptable général (*op. cit.*).

présenté soit en donnant, pour chaque article, les stocks dans chacun des magasins avec un total au niveau de l'entreprise, soit en donnant, par magasin, le stock de chaque article, avec un total général au niveau de l'entreprise.

L'enregistrement des quantités mouvementées se fait à partir des bons d'entrée et des bons de sortie. Il ne présente pas de difficultés particulières. Quant à la valorisation des stocks et des mouvements, elle a été traitée page 118. Il faut noter que les opérations comptables concourant à la tenue de l'inventaire permanent sont parfois assez longues et qu'il y a généralement un décalage dans le temps entre un mouvement physique du stock et sa constatation dans l'inventaire permanent. Aussi, sauf dans le cas de la tenue du stock sur ordinateur avec des périodes de traitement très courtes, les renseignements fournis par l'inventaire permanent arrivent-ils trop tardivement pour être exploitables en gestion des stocks en vue du réapprovisionnement. D'où la nécessité de tenir, en plus, des fiches de stock en quantités sur lesquelles sont enregistrés les mouvements de stock dès qu'ils se produisent.

L'INVENTAIRE PAR COMPTAGE

C'est l'inventaire extra-comptable, obtenu par le comptage des existants, effectué au moins une fois par exercice. Son exécution est une obligation légale. Mais, même en absence de cette obligation qui vise à obtenir des bilans sincères et véritables aux yeux des tiers, il serait indispensable.

En principe, les existants doivent être comptés à la clôture de l'exercice. Toutefois, les entreprises qui tiennent un inventaire permanent ont la faculté de répartir le comptage des divers articles tout au long de l'exercice, suivant la méthode dite de l'inventaire tournant, sous la seule réserve que chaque article doit inventorié au moins une fois au cours de l'exercice. Le comptage à une même date de tous les articles stockés oblige à fermer le magasin pendant toute la durée de cette opération. Par contre, avec l'inventaire tournant, un petit nombre d'articles sont inventoriés chaque jour, ce qui ne perturbe pas le fonctionnement du magasin; mais lorsque le résultat du comptage est comparé au stock comptable, il faut tenir compte des quantités physiquement entrées ou sorties du stock mais pas encore enregistrées en comptabilité.

Si, compte tenu de cette correction éventuelle, il apparaît des écarts entre les existants et les stocks comptables, il faut vérifier qu'ils ne résultant pas d'une simple erreur de transcription ; il suffit alors de la corriger en passant le mouvement inverse de celui qui est à l'origine de l'erreur, puis d'enregistrer l'écriture correcte. Dans le cas contraire, il faut enregistrer la différence au compte 974 « différences d'inventaire » de manière à aligner le stock comptable sur l'existant. Cependant, cette seule constatation ne suffit pas. Une enquête doit être menée pour déceler la cause de cet écart ; il peut être simplement accidentel et dû à une erreur de manipulation ; mais il peut aussi résulter d'une erreur systématique qu'il convient de corriger (cas, par exemple, de l'huile de graissage qui serait entrée d'après les factures au kilogramme mais sortie au litre) ; l'enquête pourra aussi montrer qu'une cuve présente une fissure cause d'une fuite ; elle pourrait, parfois, déceler un vol.

Pour être certain d'inventorier tous les articles stockés, il convient d'en dresser une liste sur laquelle les résultats du comptage seront reportés. Si l'entreprise applique la méthode de l'inventaire tournant, cette liste indiquera tous les articles qui doivent être inventoriés à une date déterminée. Une bonne méthode consiste à déduire cette liste du calendrier d'approvisionnement car elle présente deux avantages ; le premier est que, l'inventaire étant effectué quelques jours avant le calcul de la quantité à commander, il y a de fortes chances pour que la quantité en stock M, qui intervient dans la formule, soit exacte ; le second est qu'un article est inventorié d'autant plus souvent qu'il est plus important. En contrepartie la date du comptage d'un article est connue à l'avance alors qu'il est évidemment préférable que l'inventaire physique soit inoppiné ; ce léger inconvénient peut d'ailleurs être facilement éliminé en créant quelques distorsions entre le calendrier d'inventaire tournant et la calendrier d'approvisionnement.

Qui doit inventorier les existants ? L'idéal serait de confier ce travail à du personnel spécialisé, connaissant bien les matériels stockés ; mais ce n'est pas toujours possible car un tel procédé est onéreux. En général, on peut demander au magasinier de procéder à l'inventaire physique par comptage. Quoi qu'il en soit, il appartient aux Services Comptables de s'assurer, par sondages, que l'inventaire est fait correctement.

TENUE DES LIVRES COMPTABLES - ARCHIVAGE

Le Livre d'inventaire qui donne, à la clotûre de l'exercice, les existants en quantités et en valeur, complété éventuellement des listes d'inventaires tournants sur lesquelles ont été indiqués les résultats des comptages, et le Journal, qui enregistre tous les mouvements de stock dans leur ordre chronologique, sont les livres obligatoires qui concernent la comptabilité des stocks. Dans le cas où cette comptabilité est tenue manuellement ou sur machines comptables, les fiches utilisées peuvent constituer le Journal. Si des machines à cartes perforées ou des ordinateurs sont utilisés, la liste des mouvements peut être facilement établie dans l'ordre chronologique; elle constitue le Journal et la fiche de stock éventuellement tenue au magasin n'est plus une pièce comptable. Bien entendu, le Journal peut être constitué de Journaux Divisionnaires spécialisés tels que Journal des entrées, Journal des sorties dont l'établissement et la manipulation sont plus faciles.

Les bons de mouvements de stock sont les pièces comptables justificatives ; ils doivent être classés avec le plus grand soin car il est nécessaire de les consulter chaque fois qu'une erreur est constatée. L'archivage des livres et des pièces justificatives est obligatoire pendant dix ans à partir de la clôture de l'exercice auquel ils se rapportent.

5. APPORTS DE L'ORDINATEUR DANS LA GESTION DES STOCKS

RAPPEL DES FONCTIONS DE BASE DE L'ORDINATEUR

L'ordinateur est une « machine automatique qui permet d'effectuer, dans le cadre des programmes de structure préétablie, des ensembles d'opérations arithmétiques et logiques à des fins scientifiques, administratives ou comptables »[1]. Il peut faire, à très grande vitesse :

— des opérations arithmétiques, addition ($a + b$) et soustraction ($a - b$) ; la multiplication ($a.b$) découle de l'addition, ainsi que l'élévation à la puissance (a^b) tandis que la division (a/b) découle de la soustraction ;

— des comparaisons logiques ($a > b$, $a < b$, $a = b$).

Il effectue ces opérations en mémoire centrale, suivant un programme qui lui est indiqué et qui est enregistré, au moment voulu, dans cette même mémoire centrale. Des mémoires périphériques servent à enre-

1. *Dictionnaire de l'Académie Française.*

gistrer les données contenues dans les fichiers et les programmes auxquels l'ordinateur devra faire appel.

Enfin, grâce aux machines périphériques d'entrée et de sortie, l'ordinateur reçoit les informations qu'il doit traiter et restitue les résultats du traitement. Il peut aussi grâce à ces mêmes machines périphériques transférer des informations d'un support à un autre. Les principaux supports de l'information sont :

— en entrée : la carte perforée, le ruban perforé, la bande magnétique, le caractère magnétique, la marque à lecture optique, le caractère à lecture optique, l'impulsion électrique (donnée par un cadran téléphonique, par un clavier de machine à écrire...) ;

— en sortie : l'imprimé édité par une imprimante, la carte perforée, la bande magnétique, l'écran cathodique, l'impulsion électrique (commande d'une machine-outil par exemple), la photographie ou le film des résultats apparaissant sur l'écran cathodique.

GESTION DES STOCKS ET ORDINATEUR

La gestion des stocks se faisant exclusivement au moyen d'opérations arithmétiques et de comparaisons logiques, il est naturel de penser à la confier à l'ordinateur.

◆ Période économique de commande

Elle est donnée (*cf.* chapitre 2) par la formule

$$p = \sqrt{\frac{288\,f}{Vuz}}.$$

Rien ne s'opposerait donc à la faire calculer par l'ordinateur, à condition de lui indiquer les règles à suivre pour arrondir le résultat à une valeur entière. Il est finalement plus simple de mémoriser les seuils tels qu'ils ont été définis au chapitre 2 et de faire comparer, par l'ordinateur, les valeurs des consommations enregistrées à ces seuils.

Cependant, si cette comparaison peut être effectuée théoriquement à chaque traitement de l'ordinateur, il est préférable de ne la faire faire qu'une fois par an ; en effet, les résultats trouvés par l'ordinateur ne

doivent pas être suivis aveuglément car il peut exister des contre-indications (mauvaise conservation, capacité de stockage limitée, allure saisonnière des consommations, prix unitaire variant avec la quantité livrée). Il convient donc que les résultats soient examinés par le gestionnaire de stock qui indiquera à l'ordinateur la valeur à retenir en définitive.

◆ Calcul de la quantité à commander

L'ordinateur peut, sans difficulté particulière, faire ce calcul aux dates prévues au calendrier d'approvisionnement, en appliquant la formule donnée au chapitre 2 :

$$Q = P - (M + C) + T$$

Mais en général, le résultat de l'application de cette formule ne sera pas un multiple entier de l'unité d'emballage ; toutefois, celle-ci peut être mémorisée dans les fichiers dont dispose l'ordinateur ; et si l'on a indiqué à l'ordinateur la règle à suivre pour fournir un résultat arrondi à un multiple entier de l'unité d'emballage, ce résultat peut être directement utilisé par l'acheteur pour négocier une commande.

La connaissance, par l'ordinateur, des valeurs à attribuer aux paramètres et variables entrant dans la formule, mérite quelques commentaires.

1• Stock en magasin M

Il est facilement déterminé par l'ordinateur grâce à l'enregistrement des mouvements d'entrée et de sortie.

2• Quantité en commande C

L'ordinateur doit posséder dans les mémoires, le fichier des commandes en cours tenu à jour au moyen de l'enregistrement des commandes passées et des entrées correspondantes.

3• Délai d'approvisionnement d

Par comparaison des dates de commandes et des dates de livraison indiquées sur les bons d'entrée, l'ordinateur connaît les délais de livraison réels ; si ceux-ci sont tous groupés autour d'une même valeur, l'ordi-

nateur peut, sans difficulté, trouver cette valeur et la retenir ; si par contre, ils sont trop éparpillés, il appartient à l'acheteur d'informer l'ordinateur du délai probable.

4• Prévision de consommation P pour besoins courants

L'ordinateur peut, sans difficulté, faire les calculs exposés au chapitre 2. On peut lui demander de déterminer la prévision correspondant soit à un nombre probable de ruptures de stock admis au cours d'une année, soit à un niveau de stock réalisant le minimum du total des frais de possession et des frais probables de rupture de stock.

5• Prévisions de besoins T pour travaux s'ajoutant aux besoins courants

Elles doivent être communiquées à l'ordinateur par les services qui dressent les programmes (service des ventes, des fabrications, de l'entretien). L'ordinateur ne fait que traiter ces informations pour en déduire les quantités à commander. Il est extrêmement important de noter que celles-ci ne seront bien adaptées aux besoins que si les prévisions sont correctement faites en spécifications, quantités et dates d'utilisation. Quel que soit l'outil utilisé en gestion des stocks, on ne peut pas faire de bons approvisionnements sans disposer de bonnes prévisions.

De même, l'ordinateur peut calculer la quantité économique de commande donnée par la formule de Wilson, déterminer le point de commande et déclencher une commande lorsque le point de commande est atteint.

Quelle que soit la méthode de réapprovisionnement utilisée, l'ordinateur pourra indiquer la quantité à inscrire dans la commande si le conditionnement de l'article a été enregistré en mémoire et si le programme utilisé indique si la quantité à commander calculée doit être arrondie supérieurement ou inférieurement au multiple entier le plus proche d'un conditionnement.

◆ Surveillance du niveau du stock

Connaissant le disponible en magasin, les commandes en cours et

le stock critique, l'ordinateur peut exercer, sans difficulté, une surveillance continue du niveau du stock et calculer, si le stock critique est atteint, la quantité à commander, suivant les principes exposés au chapitre 2. Il peut aussi signaler immédiatement toute rupture de stock.

On voit que l'ordinateur est à même de réaliser les principales opérations de la gestion des stocks, pour lesquelles un cycle de traitement hebdomadaire, adapté au plan d'approvisionnement, sera en général suffisant.

Quelques perfectionnements peuvent facilement être apportés :

— indication des stocks excédentaires, permettant, éventuellement, de déclencher des transferts entre magasins plutôt que de passer des commandes;

— relance de l'acheteur si le calcul de la quantité à commander n'est pas suivi d'une commande dans le délai administratif admis;

— indication, lors du calcul de la quantité à commander, du délai normal d'approvisionnement et du délai maximum admissible compte tenu du disponible en stock, des commandes en cours et de la prévision de consommation.

SOUS-PRODUITS DE LA GESTION DES STOCKS EN ORDINATEUR

La masse des informations connues de l'ordinateur pour les seuls besoins de la gestion des stocks donne à penser que des traitements supplémentaires pourraient déboucher sans difficulté et pour un coût minime sur l'automatisation d'un certain nombre de tâches des approvisionnements et de diverses autres fonctions de l'entreprise.

◆ Préparation des achats. Édition du bon de commande

Un fichier « articles » peut indiquer, pour chaque article, les divers fournisseurs possibles ainsi que leurs conditions de vente, complété d'informations sur les dernières commandes passées (délai, prix, qualité de la livraison) saisies par l'ordinateur dans le fichier des commandes en cours et dans les bons d'entrée ; il peut aider considérablement l'acheteur dans les consultations et négociations et dans le choix du fournisseur.

Une automatisation plus poussée peut même être envisagée pour aboutir au choix du fournisseur et à l'édition du bon de commande; mais on se heurte à une difficulté. En effet, si l'on connaît les divers critères qui entrent dans le choix du fournisseur (qualité, prix, respect des délais, service après-vente, qualité des emballages, qualité de la facturation, etc.), et si l'on sait les mesurer, il est souvent difficile de fixer la pondération de chacun d'eux dans la notation des fournisseurs. Cependant, si des marchés de longue durée ont été passés aux fournisseurs, fixant les diverses clauses commerciales, il n'y a plus de problème de choix; ou du moins ce choix est extrêmement simplifié, les marchés passés valant engagement sur des quantités à livrer pendant leur durée de validité. Dans ces conditions, on peut programmer l'édition par l'ordinateur du bon de commande dans le cadre de marchés ainsi que la surveillance de l'avancement de l'exécution des marchés.

◆ Suivi des commandes. Relance des fournisseurs

Le fichier des commandes en cours donne, pour chacune d'elle, la date contractuelle de livraison; si à cette date l'ordinateur n'a pas reçu de bon d'entrée, c'est que la livraison est en retard; bien entendu, en cas de livraison partielle, le retard ne porte que sur le reste à livrer. On peut demander à l'ordinateur d'éditer la lettre de relance; mais le style de cette lettre sera généralement stéréotypé et fera perdre de l'efficacité à la relance. C'est pourquoi il est souvent préférable de programmer seulement l'édition d'un état des livraisons en retard en indiquant, pour chacune d'elles, les quantités restant à livrer, le retard constaté, mesuré en semaines par exemple, la couverture présentée par le stock; l'acheteur possède alors tous les éléments pour rédiger une lettre de relance circonstanciée qui aura du poids auprès du fournisseur.

◆ Vérification des factures

L'ordinateur connaît les clauses commerciales des commandes en cours (prix unitaire, escomptes ou agios, prix des emballages, conditions de port, etc.) et les quantités livrées grâce aux bons d'entrée. Les taxes dont est passible chaque article sont données par le fichier article ou le fichier stock. L'ordinateur dispose ainsi de tous les éléments de la facturation.

Il peut donc :

— éditer une facture « pro-forma » préfigurant la facture du fournisseur ; le vérificateur de factures comparera les totaux calculés par l'ordinateur d'une part, par le fournisseur d'autre part, ce qui simplifie grandement le contrôle des factures ;

— vérifier lui-même la facture du fournisseur si on lui en communique les caractéristiques et éditer une fiche d'ordonnancement s'il l'accepte ; on peut d'ailleurs programmer l'acceptation de la facture si l'écart entre son montant et le total calculé par l'ordinateur reste compris dans une fourchette déterminée ;

— transmettre l'acceptation de la facture, sans édition de fiche d'ordonnancement, aux applications « trésorerie », « comptabilité fournisseur », « taxes », « achats » de l'ordinateur ;

— faire envoyer l'instrument de paiement au fournisseur sans même attendre l'arrivée de la facture ; dans ce cas il appartient au fournisseur de vérifier le paiement qu'il reçoit.

On conçoit que ce traitement, prévu pour les factures de matériels stockés, puisse être étendu à toutes les factures ; il suffit de numéroter chacune des rubriques des commandes au moment de l'enregistrement des quantités et prix unitaires et de rappeler ces numéros sur le bon de réception constatant la livraison ; ces rubriques peuvent concerner aussi bien des matières ou matériels que de la main-d'œuvre, des kilomètres, des tonnages transportés, des prestations quelconques.

◆ Inventaire permanent

L'ordinateur ayant connaissance de tous les mouvements de stocks en quantité, des prix unitaires de commande, des montants de factures, on peut sans difficulté particulière lui faire tenir intégralement l'inventaire permanent (connaissance des existants en quantités et en valeurs, édition des livres de comptabilité). On peut aussi lui faire établir la liste des articles à compter au cours de chaque période, dans le cadre de l'inventaire tournant.

◆ Comptabilité analytique

Si, lors de l'enregistrement des mouvements de stock, on note les affectations aux comptes de section et aux comptes de coûts de revient,

un traitement très simple permet à l'ordinateur de connaître le montant des sorties de stock à affecter à chacun de ces comptes ; si la comptabilité analytique est tenue en ordinateur, il suffit d'éditer une bande magnétique, classée par affectation comptable, des montants d'utilisation des stocks et de la transmettre à la chaîne « comptabilité analytique » qui recevra, par ailleurs, les autres éléments de coûts de revient (heures de main-d'œuvre, transports, factures d'entreprise). D'ailleurs si, comme cela vient d'être exposé, le contrôle des factures de stocks est étendu à toutes les factures, la chaîne « approvisionnements » pourra fournir à la chaîne « comptabilité analytique », non seulement la valeur des utilisations des stocks, mais aussi tous les montants des prestations extérieures. Ces mêmes renseignements peuvent être déversés, moyennant un petit traitement approprié, dans les chaînes « budget » et « engagement ».

◆ Comptabilité générale

Les informations traitées dans la chaîne « approvisionnements » peuvent encore, grâce à de petits traitements particuliers être :

— utilisées pour tenir le compte de stock (classe 3) et le compte achats (classe 6) ;

— déversées dans les chaînes « immobilisations » (création d'immobilisations, classe 2), « comptabilité fournisseurs » (enregistrement au crédit de comptes fournisseurs, des factures reçues et tenue du compte « factures à recevoir », classe 4), « impôts et taxes » (TVA et taxes diverses sur les fournitures de matières et de prestations, classe 6), « compte clients » (enregistrement des quantités vendues à facturer, classe 4).

◆ Statistiques

L'ordinateur peut restituer toutes les statistiques désirables destinées à la direction, aux services techniques, commerciaux, comptables, approvisionneurs. Il suffit de les avoir prévues lors de la programmation. Ces statistiques sont relatives aux consommations, aux commandes, aux prix, aux délais, aux livraisons, aux erreurs à la saisie de l'information à la base, aux écarts entre prévisions et réalisations, à l'évolution des stocks, à l'épuisement de certains stocks, etc. La précaution majeure à prendre est de ne pas en demander trop. L'ordinateur pourra toujours les fournir ; mais les hommes risquent de ne pas avoir le temps de les exploiter et d'être submergés par le flot de papier.

◆ Magasinage

Le traitement en temps réel permet de réaliser l'automatisation de certaines tâches : — connaissances des emplacements disponibles pour emmagasiner les livraisons, — connaissance des emplacements où sont stockés les lots les plus anciens pour y puiser les quantités à sortir — commande d'un robot faisant les entrées et les sorties, si la nature des matériels se prête à un stockage sur palettes ou en containers.

A partir des seuls bons de mouvements de stocks, prévisions de besoins pour travaux programmés, clauses commerciales des marchés et factures, il est ainsi possible de réaliser une gestion automatique intégrée des stocks couvrant la surveillance de stocks, le réapprovisionnement, la surveillance du respect des délais, la comptabilité des stocks, le contrôle des prévisions, l'ordonnancement des factures. Une petite extension de cette automatisation, avec l'enregistrement des commandes de matériels non stockés et de prestations, des bons de réception et des factures correspondantes, permet de réaliser la gestion automatique intégrée des approvisionnements, plus étendue que la seule gestion des stocks, couvrant la comptabilité fournisseur, la tenue des comptes achats, les engagements. Ces deux étapes d'automatisation permettent des déversements directs dans les chaînes de traitement de la trésorerie, du budget, des prix de revient, des ventes et des comptes clients, des comptes impôts et taxes, des immobilisations, des comptes financiers.

EXIGENCES DE L'ORDINATEUR

Pour bien réaliser les tâches décrites, il faut qu'un certain nombre de conditions soient remplies.

◆ Nomenclature des matériels stockés

Elle doit avoir toutes les qualités énumérées au chapitre 3, tant en ce qui concerne la désignation des rubriques que leur numérotation.

Un code commun à l'acheteur et au fournisseur permet un dialogue direct entre leurs ordinateurs, évitant l'intermédiaire de « papiers » tels que les bons de commande.

◆ Exactitude des informations

La qualité des restitutions fournies par l'ordinateur dépend, bien sûr, de la programmation, mais surtout de l'exactitude des informations. Or celles-ci sont fournies, à la base, par des hommes et elles sont donc sujettes à des erreurs. Il est donc important que l'ordinateur contrôle la qualité des informations reçues avant de les traiter. On peut programmer des contrôles portant sur :

— la structure des informations (vérifier par exemple que l'information « numéro d'article » est numérique et comporte sept chiffres) ;

— l'existence d'une donnée dans un fichier ou dans une table (vérifier par exemple, que le numéro d'article indiqué existe bien dans le magasin traité ou que le taux de TVA mentionné est bien l'un des taux en vigueur) ;

— la cohérence entre elles de plusieurs informations (vérifier, par exemple, que la quantité mouvementée d'un article compté à la pièce est bien entière ou que, dans un hôpital, la sortie de stock d'un bistouri n'est pas imputée à la cuisine).

Si l'ordinateur travaille en temps réel, la personne qui enregistre les données doit immédiatement corriger les informations rejetées pour qu'elles soient traitées. Dans le cas contraire, l'ordinateur édite, au rythme du traitement toutes les erreurs et anomalies qu'il a détectées. Il est de la plus haute importance de les corriger avant le traitement suivant, faute de quoi les fichiers deviendraient rapidement inexploitables.

◆ Précision des informations

Si, en gestion manuelle, on peut parfois se contenter d'informations approximatives (dans le genre de : délai le plus réduit, prix au mieux, conditions habituelles entre nous), l'ordinateur ne saurait s'en satisfaire.

◆ Rapidité de la transmission de l'information

L'ordinateur traite, très vite, les informations reçues. Mais cette rapidité du traitement serait vaine si la transmission des informations était ralentie pour une raison ou pour une autre (contrôles a priori forcément longs, délais de signature, transcriptions, transport du support de l'information, etc.).

En fait, l'ensemble de ces exigences ne sont pas différentes de celles du bon fonctionnement de l'entreprise même en gestion manuelle. La différence tient d'une part au fait que certains écarts dont peut s'accomoder la gestion manuelle risquent de bloquer tout le système avec une gestion en ordinateur ; d'autre part, les déviations restent souvent ignorées avec une application manuelle qui se dégrade peu à peu, tandis qu'avec un ordinateur, elles apparaissent immédiatement, empêchant ainsi l'érosion des règles de fonctionnement de l'entreprise.

BILAN DE L'EMPLOI DE L'ORDINATEUR

Comme tout bilan, celui relatif à l'emploi de l'ordinateur, présente deux facettes : le passif constitué par le coût des études et le coût du traitement, et l'actif constitué par les économies réalisées en matière d'approvisionnements, les réductions éventuelles d'effectifs, les améliorations de la qualité de service de la fonction approvisionnements dans l'entreprise.

◆ Coût des études

Elles commencent par l'analyse de la situation avant toute intervention : — liaisons hiérarchiques et fonctionnelles dans l'entreprise ainsi qu'à l'intérieur de la fonction approvisionnements — règles, écrites ou non, de fonctionnement — écarts entre les règles et l'application qui en est faite, et explication de ces écarts — mesure de la qualité de service par application des divers critères connus en matière d'approvisionnements. Ensuite intervient l'étude de ce que devrait être cette situa-

tion, toujours en gestion manuelle, par application stricte des règles en vigueur, puis moyennant diverses réorganisations. Il est absolument nécessaire d'aboutir à une situation saine, à des structures solides avant toute automatisation ; faute de quoi, celle-ci, toute à base de rigueur et de précision, n'apporterait que des déboires.

Ce n'est qu'après avoir terminé ces études préliminaires que l'on peut aborder l'étude de l'automatisation ; les spécialistes en informatique, analystes et programmeurs interviendront à ce stade. Cette étude portera sur la définition des tâches économiquement automatisables, sur les réformes de structures, sur la rénovation des règles de fonctionnement, rendues possibles par l'emploi de l'ordinateur et propres à améliorer non seulement les approvisionnements mais la rentabilité de l'entreprise entière, dans l'ensemble des fonctions qui la composent. Evidemment, si l'entreprise est très vaste, cette optimisation ne peut guère être réalisée d'emblée et on se contentera de sous-optimisations parallèles portant sur les diverses fonctions, dont l'approvisionnement. Ce n'est qu'ensuite, dans une deuxième étape que pourra être réalisée une automatisation totalement intégrée. Cette étude d'optimisation, dirigée par un spécialiste en approvisionnements ayant acquis des connaissances en informatique, et menée par une équipe où sont représentées les diverses fonctions classiques de l'entreprise et la nouvelle fonction « traitement de l'information », est concrétisée par un cahier des charges ; celui-ci est transformé en programmes par un groupe de spécialistes en informatique, analystes et programmeurs.

Après de multiples essais, les programmes étant mis au point, intervient la phase de lancement de l'opération qui consiste à faire prendre par l'ordinateur le relais des moyens utilisés jusque-là. Le lancement, dirigé, sinon mené par l'équipe chargée des études, comprend la mise en place des structures définitives, du circuit de l'information, des moyens de saisie de l'information, la formation du personnel à l'emploi de ces moyens et à l'exploitation des restitutions, la préparation des fichiers. Puis, au jour J, les informations contenues dans les fichiers tenus manuellement ou avec des machines à cartes perforées, sont transférées dans les fichiers de l'ordinateur ; à partir de ce jour, celui-ci reçoit toutes les informations et les traite. Le lancement est fait.

Une période de transition intervient alors ; l'équipe d'études fait des mises au point, assure la formation « sur le tas » du personnel, rôde le système.

Enfin, l'équipe d'études remet entièrement l'exploitation aux mains du service d'approvisionnements ; mais son rôle n'est pas terminé pour

autant. Elle doit, en effet, assurer la maintenance de l'automatisation réalisée : améliorations diverses, emploi de machines plus perfectionnées augmentant la rentabilité globale, adaptations à l'évolution de l'entreprise et aux modifications du milieu externe. L'importance des tâches correspondantes ne doit pas être minimisée. En effet, un changement d'activité de l'entreprise, une évolution de la fiscalité peuvent entraîner des travaux de maintenance exigeant des mois de travil.

On voit que les études sont longues et que leur coût est élevé. La taille de l'entreprise et l'étendue de l'automatisation visée sont certainement les facteurs les plus importants qui influent sur la durée et le coût de l'opération ; cependant, une simple transposition sur ordinateur de ce qui se fait manuellement ou en machines à cartes perforées n'aboutirait qu'à des résultats décevants ; certes, elle permettrait d'obtenir, plus rapidement des renseignements plus précis. Mais ce serait passer à côté des possibilités offertes par l'ordinateur qui permettent une amélioration de la productivité globale de l'entreprise.

Chiffrer le coût de ces études est d'autant plus difficile qu'on ne peut pas dissocier l'automatisation de l'organisation ; à la limite, on pourrait considérer que la première n'est que le résultat de la seconde. Cependant, on peut dire qu'une automatisation bien conçue des approvisionnements exige un minimum de quatre à cinq personnes travaillant pendant trois ans. Est-ce à dire que l'informatique est un luxe hors de portée des petites entreprises ? Certainement pas car, dans de nombreuses catégories d'entre elles, les besoins sont en fait les mêmes ; les études peuvent être faites pour chacune de ces catégories, les entreprises n'ayant plus qu'à réaliser, individuellement les lancements.

◆ Coût du traitement

La diminution continue du coût des ordinateurs et l'augmentation de leur puissance font que le coût unitaire de traitement d'une opération est de plus en plus faible, au moins en monnaie constante. Par contre, le coût de l'analyse, de la programmation et de la maintenance des programmes, constitué essentiellement de salaires ne fait que croître.

Aussi est-il absolument nécessaire, avant de se lancer dans l'élaboration d'une méthode de gestion informatique des stocks d'en faire l'analyse de la valeur : définir les fonctions à remplir et les performances à atteindre, en estimer les coûts d'investissement et d'exploitation, en chiffrer le plus précisément possible les gains escomptés. Cette étude

permet de fixer la taille de l'ordinateur à utiliser, le nombre et la nature des machines périphériques.

Les micro-ordinateurs n'autorisent que des mises à jour et des interrogations de fichiers exploités séparément, ainsi que des calculs certes complexes, mais ne faisant intervenir qu'un nombre relativement réduit de données ; ils ne sont pas suffisants si l'on veut réaliser une véritable gestion des stocks.

Dans la plupart des cas, à moins de centraliser la gestion des stocks de plusieurs établissements, un mini-ordinateur suffira pour gérer les stocks, à condition toutefois de ne traiter en mode conversationnel que ce qui est vraiment utile (saisie et contrôles d'information, mise à jour et consultation de fichiers, transaction achat, vérification de factures) et de faire passer en traitement différé tout ce qui peut l'être (mise à jour des historiques, calculs des divers paramètres intervenant dans la gestion des stocks, calcul des quantités à commander, relances, inventaires, comptabilité matières, comptabilité fournisseurs, statistiques). Et si l'entreprise possède un gros ordinateur pour traiter les informations dans tous les domaines (paie, clientèle, comptabilité générale et analytique, gestion budgétaire, programmes de fabrication, études, documentation, etc.), il pourra être utile de disposer pour la gestion des stocks d'un mini-ordinateur, réservé aux traitements en temps réels, et connecté au gros ordinateur pour les traitements différés.

Cependant, le coût de traitement ne fait pas intervenir que l'exploitation de la mémoire centrale de l'ordinateur ; le fonctionnement des machines périphériques d'entrée et de sortie intervient pour une très grande part dans le coût total. Mais si le nombre, l'implantation, la puissance des machines d'entrée de données sont liées à la structure et à l'activité de l'entreprise, l'emploi des machines périphériques de sortie dépend essentiellement des restitutions demandées à l'ordinateur. Comme il a été dit à propos des études, il faut absolument se limiter dans le nombre et dans la nature des restitutions. Des restitutions trop nombreuses seraient envahissantes, inexploitables et d'un coût très élevé ; il appartient au chef de l'équipe d'étude d'en fixer la liste et la fréquence, en résistant, éventuellement, aux spécialistes en informatique qui auraient tendance à les multiplier sous prétexte que l'ordinateur possède les renseignements en mémoire. D'une manière générale, les restitutions doivent être courtes, adaptées à chaque poste de travail, ne contenir que ce qui est nécessaire à l'exécution de chaque tâche et doivent pouvoir être détruites après exploitation (sauf, évidemment, les restitutions constituant les livres comptables qui, par définition, doi-

vent contenir toutes les informations nécessaires à la comptabilité et être archivés pendant dix ans).

Enfin, entrent dans le côut du traitement, l'amortissement et le fonctionnement des procédés de saisie et de transmission de l'information ; ils sont d'autant plus coûteux que le volume des informations à saisir est plus grand et que la rapidité et la sécurité de la transmission sont impératives ; ce n'est souvent pas le cas des données relatives à la gestion des stocks qui peuvent généralement accepter des délais de transmission se comptant en heures. Mais elles pourront profiter des transmissions rapides nécessaires pour le traitement d'autres informations (relatives, par exemple aux ventes à la clientèle) et, dans ce cas, le coût de la transmission rapide ne sera plus que marginal.

◆ Répercussions sur les effectifs

Si, de prime abord, on peut imaginer que l'emploi de l'ordinateur permet des compressions massives d'effectifs dans les services à vocation administrative, on est rapidement conduit à se rendre compte qu'il n'en est pas ainsi. Certes de nombreux travaux de transcription, d'exécution d'opérations arithmétiques et de tri sont supprimés. Mais l'exploitation rationnelle des restitutions de l'ordinateur exige un personnel relativement nombreux et d'une qualification croissante. Aussi élaborées soient-elles, les restitutions, à elles seules, sont inopérantes ; elles ne valent que par le personnel qui a la charge de prendre, à tous niveaux, les décisions.

De plus en plus, la prospérité de l'entreprise est liée à des prises de décision rapides, répercutées sans délai en vue d'une exécution immédiate, portant sur des facteurs extrêmement variés : un stock critique est atteint, un nouvel article apparaît sur le marché, le taux de l'escompte varie, un article est en rupture de stock, une livraison est en retard, une grève éclate dans les transports. Il faut que des hommes soient là, préparés, formés à prendre les décisions après examen des données fournies par l'ordinateur. D'ailleurs, ce serait négliger une grande part des possibilités de l'ordinateur que de n'attendre de lui que des économies. Son rôle pleinement rempli, n'est pas de se substituer à l'homme, à production constante ; mais il est d'élever les limites du travail intellectuel, d'augmenter la production pour accroître les ressources.

Si donc l'emploi de l'ordinateur peut entraîner la suppression de certains postes de travail n'exigeant pas de qualification particulière, il

ne faut pas en attendre de réduction spectaculaire des effectifs, surtout si l'entreprise est bien équipée en machines à calculer, machines comptables, machines à cartes perforées qui ont déjà supprimé nombre de tâches matérielles. Enfin, il ne serait pas rentable d'automatiser certains travaux peu répétitifs même si leur automatisation semble être une solution intellectuellement élégante.

◆ Économies sur les approvisionnements

Une surveillance plus serrée du niveau des stocks, des règles de gestion plus fines, rendues possibles grâce à l'emploi de l'ordinateur, entraînent une réduction sensible des sommes immobilisées, libérant une trésorerie précieuse et diminuant les charges financières. Une meilleure connaissance des besoins, liée à une standardisation et à une programmation efficace des travaux, un plus grand nombre d'informations élaborées sur les prix, les possibilités du marché, les capacités des fournisseurs, permettent d'obtenir des diminutions sensibles sur les prix d'achat.

Les économies sur ces deux postes, liées à la productivité des services d'approvisionnements, sont parfaitement mesurables. Des ordres de grandeurs ont été indiqués dans le premier chapitre. Ils sont parfaitement accessibles et peuvent atteindre 1 % du chiffre d'affaires de l'entreprise. C'est ce même pourcentage qui est consacré, généralement, à l'ensemble des études d'application de l'informatique (paie, comptabilité, fabrication, facturation, approvisionnements).

◆ Qualité de service

Enfin, l'emploi de l'ordinateur se traduit par une amélioration de la qualité de service, ressentie par tous dans l'entreprise, mais difficilement chiffrable. Avoir à sa disposition des restitutions rapides et fiables, élaborées à partir de données fraîches, est certainement un facteur essentiel de bonne gestion. Il en est de même de la rigueur et de la précision du travail dans tous les postes, à tous les niveaux, discipline rendue à la fois nécessaire et possible par l'emploi de l'ordinateur.

Même si l'ordinateur n'offrait que ces seuls avantages, sans économies sur certains postes, ni accroissement de la production, ce seul aspect positif en justifierait l'emploi.

CHOIX D'UN LOGICIEL

D'une manière générale, le logiciel doit prévoir, pour chaque article stocké, la mémorisation de l'historique des demandes, par magasin principal ou secondaire, pendant au moins deux années mobiles ; suivant les entreprises ou les produits, il s'agira des demandes journalières (donc jusqu'à 731 valeurs par article), des demandes par jour ouvrable (donc jusqu'à environ 600 valeurs par article) ou des demandes par semaine (105 valeurs par article) ou par quart de mois (96 valeurs par article). S'il y a un phénomène de saisonnalité, il est bon de prévoir la mémorisation pendant une troisième année des demandes par semaine ou par quart de mois.

D'un autre côté, la tenue de la comptabilité matières exige la connaissance des consommations. On peut donc être tenté de considérer que les demandes sont égales aux consommations afin de diminuer le nombre d'informations à saisir et celui des informations à mémoriser. Cette manière de faire présente des dangers. En cas de rupture de stock, la consommation est inférieure à la demande, tandis que dès que la livraison arrive, la consommation est supérieure à la demande (les demandes non satisfaites au cours de la première période le sont au cours de la suivante) ; de ce fait, l'histogramme des consommations peut présenter des pointes qui n'existent pas dans l'histogramme des demandes, ce qui entraînera une estimation trop forte du stock de protection. Il peut se faire aussi que, pour satisfaire une demande, on doive sortir du magasin une quantité supérieure à la quantité demandée, la quantité excédentaire étant rendue ultérieurement ; c'est le cas par exemple des câbles électriques sur tourets (pour une demande de 110 m, on sortira un touret de 180 m, la quantité excédentaire restant sur le touret étant rendue au magasin après la pose du câble).

L'entreprise peut posséder plusieurs magasins, stockant ou non les mêmes articles ; certains de ces magasins peuvent être des magasins secondaires alimentés par des magasins principaux et certains des magasins secondaires peuvent être autonomes pour certains articles. Le logiciel de gestion des stocks doit alors avoir prévu ces éventualités, ainsi que la possibilité de réapprovisionner les divers magasins secondaires à des fréquences différentes, et les divers produits de chaque magasin secondaire suivant des périodes différentes.

Le logiciel doit laisser à l'entreprise la possibilité de structurer comme elle l'entend les numéros de nomenclature interne ; dans certains cas,

le logiciel devra comprendre une table de conversion entre les codes à barres et les numéros de nomenclature interne.

Le logiciel doit également laisser la possibilité d'associer à chaque numéro de nomenclature deux libellés de la désignation du produit : un libellé réduit à usage interne permettant d'alléger des restitutions sur papier et un libellé complet destiné aux restitutions où la place n'est pas limitée et aux relations avec l'extérieur. Enfin, le logiciel doit prévoir que l'unité de comptage utilisée par l'entreprise peut être différente de l'unité utilisée par le fournisseur pour mesurer la quantité livrée et pour la facturer ; toujours à propos d'unités, le logiciel doit permettre de mémoriser le conditionnement de chaque article, pour arrondir les quantités commandées et les quantités à envoyer dans les magasins secondaires, tout en prévoyant que, pour un article déterminé, le conditionnement peut ne pas être le même chez les divers fournisseurs.

En ce qui concerne le réapprovisionnement du magasin, le logiciel doit :

— pouvoir distinguer les articles à réapprovisionner systématiquement, les articles en transit, les articles utilisés à titre expérimental, les articles dont le stock doit être épuisé, les articles qui doivent être éliminés (vente à titre de déchets, destruction, mise à la décharge), les articles à réparer, à modifier, à retoucher ;

— offrir, pour les articles à réapprovisionner systématiquement, la possibilité de choisir la méthode la mieux adaptée : à dates fixes, au point de commande, méthode simplifiée, avec prise en compte et repérage des demandes exceptionnelles, détermination du stock de protection en fonction soit du coût d'une rupture de stock (ou du coût de dépannage en cas de rupture de stock), soit du taux de service désiré, et avec toutes les variantes qui seraient nécessaires pour tenir compte des divers cas d'allure des demandes (saisonnalité, tendance forte ou très forte, demande très faible), de l'importance de la valeur de la demande annuelle (classification *ABC*), de la nécessité éventuelle de posséder un stock stratégique ;

— si nécessaire, permettre de connaître, pour chaque article, les divers emplacements de stockage et de repérer, dans le stock, les lots par dates d'entrée en stock pour satisfaire les demandes avec les exemplaires les plus anciens ;

— laisser le choix entre les diverses méthodes de valorisation des stocks et de leurs mouvements, étant entendu que la méthode choisie pourra ne pas être la même pour tous les articles du stock (produits

fabriqués, produits achetés, rebuts et déchets, existants enregistrés dans un compte de stock ou dans un compte d'immobilisation ou affectés dès l'achat à un compte de coût de revient, valorisation au prix unitaire moyen pondéré ou par lot ou au prix standard);

— prévoir l'éventualité de réservation d'une partie du stock pour satisfaire des demandes reçues à satisfaire à une date donnée;

— permettre, pour chaque article, l'enregistrement des commandes passées avec mise à jour au moyen des entrées en stock correspondantes afin de connaître les quantités restant à livrer (calcul de la quantité à commander ou atteinte du point de commande), déclencher la relance des livraisons en retard, connaître des délais constatés (pour trouver le délai d'approvisionnement intervenant dans la formule de la quantité à commander ou dans le calcul du point de commande), valoriser les entrées en stock (tenue de la comptabilité matières, vérification des factures);

— permettre de repérer l'affectation comptable de chaque sortie de stock : coût de revient, compte client, différence d'inventaire, transfert dans un autre magasin, retour au fournisseur, perte, vol, casse, envoi en réparation, modification ou transformation, prêt; cette distinction, nécessaire à la tenue de la comptabilité matières, permet de repérer les sorties de stock qui n'ont pas pour objet la satisfaction de demandes;

— permettre de repérer l'affectation comptable de chaque entrée en stock : livraison par un fournisseur, par l'atelier, par un autre magasin, retour de la clientèle, retour sur sortie excédentaire, récupération provenant de démontages, différence d'inventaire, retour de réparation, modification, transformation ou prêt, récupération de rebuts de fabrication ou de déchets; cette distinction, nécessaire à la tenue de la comptabilité matières, permet de repérer les mouvements qui doivent être pris en compte pour rectifier l'historique des demandes ou des consommations;

— prévoir la mémorisation d'éventuelles prévisions de besoins exceptionnels s'ajoutant aux demandes courantes et leurs mises à jour au moyen des sorties de stock correspondantes;

— prévoir pour chaque article la mémorisation du taux de TVA dont il est passible avec indication de la possibilité ou de l'impossibilité de déduction de la TVA, ainsi que des divers impôts ou taxes dont il peut être frappé, avec le mode de calcul de chacun d'eux; ces renseignements sont nécessaires aussi bien à la vérification des factures des four-

nisseurs qu'à l'émission des factures destinées aux clients et à la tenue des comptes relatifs aux impôts et taxes ;

— prévoir, pour les commandes passées aux fournisseurs, la mémorisation du paiement d'éventuels acomptes ou avances, la possibilité de recevoir des avoirs, l'éventualité de paiement des factures à des tiers (banques ou organismes de crédit suite à nantissement du marché ou cession de créance, recours au factoring, saisie-arrêt, avis à tiers détenteur) ;

— prévoir les diverses modalités de paiement des factures reçues ou d'encaissement des factures émises : chèque bancaire ou postal, virement bancaire ou postal, traite, billet à ordre, lettre de change-relevé, prélèvement automatique, accréditif ;

— prévoir que certaines commandes et certaines factures peuvent être libellées en devises étrangères ;

— permettre, si cela est désiré, l'édition des consultations et des commandes à passer, l'édition des réponses aux consultations reçues, des accusés de réception aux commandes envoyées par les clients, des bons de livraison à la clientèle, des avoirs éventuels destinés aux clients, des bons de retour destinés aux fournisseurs ;

— prévoir la répartition du montant des factures des transporteurs, transitaires et agréés en douane entre les valeurs des stocks des divers produits objets de ces factures au prorata des masses, des volumes ou des valeurs ;

— autoriser l'édition de diverses restitutions (tenue des livres comptables, listes diverses et statistiques variées demandées par l'entreprise, par ses clients, par l'Administration, par les banques) sur papier, microfilms, bandes magnétiques.

Le choix d'un logiciel ou son élaboration ne sont donc pas choses faciles. Tout ce que l'on attend de l'emploi de l'informatique doit être nettement exprimé après avoir fait l'inventaire complet de tous les cas de figure que l'entreprise peut rencontrer dans la gestion de ses approvisionnements. Il appartient à la Direction des approvisionnements pour les produits achetés, à la Direction de la production pour les produits fabriqués, à la Direction des ventes pour les produits finis, en collaboration avec la Direction financière et comptable, de définir ce que l'entreprise doit demander à l'informatique, étant entendu que celle-ci peut tout faire à condition de disposer des programmes appropriés et de recevoir, en temps voulu, des données sûres.

Il appartient donc aux représentants qualifiés de ces Directions de

rédiger un cahier des charges précis et complet, définissant sans ambiguïté les données, les traitements à leur faire subir et les restitutions attendues. Ce n'est qu'après la rédaction de ce cahier des charges que l'on pourra chercher s'il existe un logiciel adéquat. Si on ne trouve pas l'oiseau rare, il faudra, ou bien se contenter d'un logiciel existant mais ne remplissant pas toutes les conditions requises (et donc faire le choix tout en sachant que l'informatique n'apportera pas tout ce que l'on pouvait en espérer), ou bien créer un logiciel satisfaisant les exigences de l'entreprise. Il ne restera plus qu'à se procurer le ou les ordinateurs adaptés au logiciel choisi ou conçu et disposant des capacités de mémoire requises.

En tout état de cause, il serait dangereux pour l'entreprise de faire le parcours inverse, c'est-à-dire d'acheter un ordinateur, qui d'après la notice sera évidemment capable de toutes les prouesses, puis un logiciel de gestion de stocks que le promoteur présentera comme apte à gérer les stocks de l'entreprise, pour enfin aboutir à demander aux Directions concernées de faire ce qu'il faut pour utiliser l'un et l'autre et donc de se plier à leurs exigences qui peuvent se révéler être antinomiques des besoins ou des désirs des Directions. On arriverait fatalement à occuper une partie du personnel à saisir des informations pour l'ordinateur qui fournirait des restitutions qui seraient classées sans être exploitées car elles ne répondraient pas exactement aux besoins de l'entreprise, tandis qu'une autre partie du personnel ferait manuellement une gestion approximative des approvisionnements avec à la fois des stocks excessifs et des ruptures de stock, tandis que la Direction de l'entreprise se demanderait pourquoi les responsables des approvisionnements, de la production, de la vente, de la comptabilité réclament un accroissement des effectifs, alors que l'on a acquis à grands frais un bel ordinateur et un logiciel tout neuf.

6. LES MAGASINS

Le magasin est l'endroit où les articles achetés ou fabriqués sont reçus, rangés, conservés, prélevés, distribués et le magasinage est l'ensemble de ces fonctions de réception, rangement, conservation, prélèvement, distribution.

Si tout magasin doit être conçu pour remplir ces fonctions d'une manière rationnelle et économique, il est évident qu'il doit être adapté à la nature des matériels consommés dans l'entreprise. L'agencement sera tout différent suivant qu'il s'agit du magasin d'une taillerie de diamants, d'une chocolaterie ou d'un chantier naval. Il est donc difficile d'énoncer des règles applicables à l'implantation, à l'agencement, au fonctionnement de tous les magasins. Néanmoins, certains principes généraux sont valables dans tous les cas mais ils doivent être adaptés à chaque nature de stock.

Si, bien souvent, des considérations financières ont conduit de nombreuses entreprises à installer leurs magasins dans des locaux existants (ateliers désaffectés), il ne faut pas en déduire que tout local, aussi exigu, malsain, obscur, biscornu soit-il, peut être utilisé comme magasin, même moyennant quelques aménagements. Ce serait faire là de ces économies qui coûtent très cher.

IMPLANTATION DU MAGASIN

Le terrain sur lequel est construit le magasin doit avant tout posséder des accès faciles ; c'est pourquoi, si les tonnages qui y transitent sont élevés, le terrain doit être choisi en dehors du centre des agglomérations, à proximité des autoroutes et, en tous cas, être desservi par une voie routière permettant le passage des camions de toutes tailles. Et si, parmi les matériels utilisés, il en est qui soient pondéreux ou encombrants, le terrain retenu sera proche d'une voie ferrée, pour posséder un embranchement particulier, et en bordure d'un canal ou sur les terre-pleins d'un port maritime ou fluvial.

De toute façon, il devra permettre la construction d'aires de stationnement suffisantes destinées aux véhicules en attente ou en cours de chargement et de déchargement. Il est extrêmement désagréable pour tout le monde, personnel de l'entreprise, transporteurs et tiers, de voir des files de camions s'étirer dans la rue, le long d'un entrepôt, attendant leur tour pour charger ou décharger. Évidemment, les portails d'entrée seront largement dimensionnés pour éviter aux camionneurs d'avoir à faire, dans la rue, de multiples manœuvres qui font perdre un temps précieux à tous, y compris aux autres usagers de la voie publique.

Si le quai de déchargement est indispensable le long de la voie ferrée, son utilité est très discutable pour les camions ; en effet la hauteur du plateau du camion est variable suivant le type de véhicule et dépend, pour un camion déterminé, du poids du chargement.

Autant que possible, si le terrain ne coûte pas trop cher, le magasin ne comportera pas d'étage ; on évite ainsi la construction de monte-charges toujours coûteux et qui ralentissent l'activité du magasin ; quant à la surveillance, elle est beaucoup plus simple s'il n'y a qu'un seul niveau. Enfin, toujours à propos du terrain, il devra être suffisamment vaste pour que des extensions du magasin restent possibles, même plusieurs années après la construction initiale.

Quant au bâtiment, il sera de plain-pied pour que les véhicules puissent y pénétrer et avoir une hauteur sous-plafond suffisante pour y permettre la circulation des camions et des engins de manutention ; toutefois, cette hauteur ne devra pas être exagérée afin que le chauffage reste à la fois efficace et peu coûteux. Des portes battantes, transparentes, isolent le bâtiment de l'extérieur ainsi que les diverses salles,

sans gêner la circulation. Les circulations doivent avoir des largeurs suffisantes pour permettre, suivant la nature des matériels stockés en bordure, le passage des camions, le passage et la manœuvre des engins de manutention, des chariots, des hommes.

La surface occupée par les circulations peut ainsi atteindre 40 à 70 % de la surface au sol totale.

PARC DE STOCKAGE

Certains matériels n'exigeant pas une conservation sous abri peuvent être stockés sur parc. Celui-ci sera évidemment de plain-pied, les aires de stockage étant simplement délimitées à la peinture — Évidemment, il sera construit sur un terrain plat et soigneusement draîné ; son revêtement sera adopté à la nature et au poids des matériels stockés. Par exemple, des bobines de câbles électriques dont la masse est de 6 tonnes ne reposent sur le sol que par quelques centimètres carrés.

Bien entendu, le parc sera clôturé, non pas seulement par crainte de vols, mais aussi pour que le chef du magasin puisse, pour de simples questions d'ordre dans le travail, surveiller les allées et venues. Enfin, un sens unique de circulation dans les allées permet d'en réduire la largeur, tout en diminuant les risques d'accident et en facilitant la surveillance.

Des massifs d'arbres, de buissons, de fleurs, de gazon, peut-être *a priori* pas très fonctionnels, rendent plus agréables les conditions de travail et incident à l'ordre et à la propreté.

AGENCEMENT DES MAGASINS

◆ Stockage

Les casiers, en bois ou métalliques, autant que possible démontables et de dimensions réglables, servent à ranger les articles de faible dimension, soit sous emballage divisionnaire d'origine, soit hors emballage. Certains casiers peuvent être équipés de tiroirs pour les très petites pièces. Mais la perte de place est assez grande et il ne faut mettre

en casier que le stock en cours de distribution en conservant l'essentiel du stock de chaque article sous l'emballage d'origine.

Si leurs dimensions s'y prêtent, les caisses, cartons, conteneurs, constituant les emballages d'origine, sont placés sur palettes gerbées ou mises sur des rayonnages de dimensions adaptées. Les râteliers offrent des possibilités de stockage commode pour les tuyaux, les fûts, les barres, les bobines de câbles, les tôles, les panneaux. Les silos, les citernes offrent des possibilités de stockage économiques des produits en poudre ou en grains et des liquides livrés en vrac. Bien entendu, les produits dangereux, explosifs, inflammables, seront stockés en appliquant la réglementation en vigueur et suivant des procédés agréés par les compagnies d'assurances. Des enceintes conditionnées, à température et humidité déterminées et éventuellement réglables, permettent le stockage de produits périssables en atmosphère normale.

Les articles contenant des produits précieux (or, argent, platine...), dangereux (cyanure, arsenic, hallucinogènes...), d'emploi réglementé (armes, munitions...), sont conservés dans des locaux adaptés : coffres-forts, chambres fortes, etc., dont la conception est agréée par les compagnies d'assurances.

D'une manière générale, dans un magasin recevant des articles « en gros » et les distribuant « en demi-gros » ou « au détail », les casiers ne doivent occuper qu'une petite partie de la surface disponible, la plus grande part de celle-ci étant réservée au stockage en emballages d'origine gerbés ou placés sur palettes.

◆ Installations intérieures

Elles doivent, avant toutes autres choses, être conçues conformément aux règles de sécurité et d'hygiène : éviter les piliers, poutres, tuyaux, gaines, marches risquant d'être à l'origine d'accidents, ou au moins signaler de façon très apparente, conforme aux normes en vigueur, tous les obstacles à la circulation. Les canalisations électriques doivent être à l'abri de contacts accidentels et les canalisations de fluides doivent être soigneusement repérées comme prévu dans les normes en vigueur (eau, vapeur, gaz liquéfiés...). Dans le même esprit, les sols doivent être recouverts d'un revêtement antidérapant et antipoussières. Suivant la nature des produits stockés, des installations de détection et même d'extinction d'incendie, de détection d'émanations

dangereuses, d'alarmes diverses (effraction, montée en température, montée en pression, etc.) sont souhaitables ou obligatoires.

Un bureau de dimensions suffisantes permet l'exécution de toutes les tâches administratives et la surveillance du bâtiment et du parc du magasin.

Un hall est réservé à la réception des articles livrés : déchargement, réception qualificative et quantitative. Un autre est réservé à la préparation des expéditions : regroupement des articles par destination, emballage, chargement. Un troisième enfin est prévu pour la distribution au détail avec banque de distribution immédiate et cases pour les distributions préparées à l'avance.

◆ Manutention

Elles posent, dans les magasins de grande taille, des problèmes parfois difficiles à résoudre économiquement, surtout si les articles à manipuler sont de volumes, de poids, de dimensions très variables.

Suivant la nature des articles et le genre d'activité des magasins, on utilise des grues sur rail, grues automatrices, ponts roulants, ponts automoteurs, portiques, palans, treuils, chariots à bras, brouettes. Les constructeurs offrent un très grand choix d'engins apportant des solutions à tous les problèmes de manutention. Ce qui est difficile, c'est de constituer le parc d'engins répondant, dans les conditions les plus économiques, aux besoins du magasin. Chaque cas doit être étudié spécialement, en recherchant toujours la solution la moins onéreuse et non pas la technique la plus avancée.

Enfin, lorsque les circonstances s'y prêtent, des robots, commandés par un ordinateur, peuvent résoudre d'une manière à la fois économique et élégante, les problèmes de manutention.

LES TÂCHES ADMINISTRATIVES AU MAGASIN

Les diverses opérations dont est chargé le magasin (réception, rangement, conservation, prélèvement, distribution) s'accompagnent d'informations, en amont et en aval de ces opérations ; l'enregistre-

ment et, éventuellement, le traitement de ces informations constituent les tâches administratives incombant au magasin.

◆ Réception

En vue de la réception, qualitative et quantitative, le magasin est informé des livraisons à venir, soit au moyen d'un double du bon de commande, soit au moyen d'un document spécifique (manuel ou édité par l'ordinateur) qui servira à enregistrer la livraison acceptée. Ces documents doivent être soigneusement classés pour être facilement retrouvés au moment de la livraison ainsi que pour relancer les fournisseurs en retard si la relance incombe au magasin (d'une manière générale, le fournisseur ne devant avoir de préférence, qu'un seul interlocuteur dans l'entreprise acheteuse, il est préférable de confier la relance au Service Achats).

Au moment de la livraison, il appartient au magasin de :

— faire par écrit les réserves éventuelles auprès du transporteur, notamment si des emballages sont avariés ou si les colis livrés ne sont pas conformes aux colis annoncés par le bon de livraison du fournisseur ;

— payer éventuellement le transporteur si cette opération est prévue à la commande ou au contrat de transport

— notifier ou faire notifier au fournisseur les erreurs et manques constatés au moment de l'ouverture des colis;

— noter sur le « bon de réception » les fournitures acceptées et transmettre ce document au Service Achats (ce document, émis si nécessaire en plusieurs exemplaires servira à la fois, à arrêter la relance, à faire l'entrée dans les comptes de stocks, à tenir à jour le fichier des commandes en cours, à vérifier la facture émise par le fournisseur, éventuellement à tenir le compte des factures en attente);

— éventuellement, enregistrer le mouvement d'entrée en ordinateur si le magasin dispose d'un poste périphérique;

— éventuellement, inscrire le mouvement d'entrée sur les fiches de stock si l'entreprise ne disposant pas d'un ordinateur fournissant des informations fraîches à une fréquence suffisante, des fiches de stock (ou des fiches de casier) doivent être tenues au magasin.

On voit que ces tâches administratives, qui accompagnent la réception, sont importantes; en fait, elles sont à l'origine même du paiement de la fourniture au fournisseur.

◆ Rangement

Suivant le mode d'organisation du magasin, le magasinier peut être amené à noter sur les fiches l'emplacement où un matériel qui vient d'être livré est rangé, ou à l'indiquer à l'ordinateur, ou à demander à l'ordinateur à quel emplacement ce matériel doit être rangé.

Quoiqu'il en soit, il faut toujours connaître, au magasin, d'une manière ou d'une autre, d'une part le ou les emplacements de stockage d'un article, d'autre part les emplacements libres et banalisés ainsi que les emplacements libres et réservés.

◆ Conservation

Cette opération donne lieu à une tâche administrative très importante, qui est l'inventaire par comptage (cf. Chapitre 4).

En outre, suivant l'organisation propre à chaque entreprise, et, en particulier suivant le degré de sophistication de l'automatisation du traitement de l'information dans les entreprises qui disposent de l'ordinateur, le magasin pourra se voir confier la tenue de fiches de casiers, de fiches de stock en quantités ou en quantités et valeurs ainsi que de fiches de réservation (cf. chapitre 3).

◆ Prélèvement

Un article ne peut être prélevé du stock que sur ordre, en principe écrit, reçu au magasin. Cependant, dans les entreprises assurant un service continu, on peut être amené à aller chercher un article au magasin la nuit, les jours fériés, en l'absence des magasiniers. Sans que des formalités administratives ralentissent ces opérations souvent caractérisées par l'urgence, il est très important que le responsable de tels prélèvements les notifie au magasin, *a posteriori* mais rapidement, au moyen, par exemple, d'un feuillet de son rapport journalier d'activité. En effet, l'omission de ces comptes rendus par les équipes de permanence est à l'origine d'un grand nombre de différences d'inventaires ; en outre, si ces notifications sont bien faites, elles éviteront d'éventuelles recherches d'origine de détournement ou de vol.

Une fois le prélèvement fait, il appartient au magasinier de rédiger, éventuellement, le bon de sortie, d'y inscrire la quantité prélevée, d'enregistrer, éventuellement, la sortie sur les fiches de stocks ou de casiers ;

puis, suivant l'organisation de l'entreprise, le magasinier aura à valoriser le bon de sortie (dont un exemplaire peut alors servir de facture pour le client), à transmettre l'information à l'ordinateur, à faire suivre le bon de sortie au Service de la Comptabilité Matières directement ou via le Service Approvisionnements.

◆ Distribution

S'il s'agit d'une distribution directe, la seule charge d'ordre administratif consiste à demander une signature à l'utilisateur sur le bon de sortie. Si au contraire, la distribution prend la forme d'une expédition, il appartient au magasin de préparer et remettre au transporteur des divers documents de transport et éventuellement de douane. Bien entendu, suivant la finalité et l'organisation de l'entreprise ces documents peuvent être émis par un Service spécialisé qui les enverra au magasin en même temps que l'ordre d'expédition et le bon de sortie.

◆ Remarque générale sur les tâches administratives du magasin

Ce travail administratif ne sert pas qu'à tenir des états ; il est à la base même de la connaissance des consommations et des stocks sur laquelle est fondé le réapprovisionnement. Il est donc important qu'il soit exécuté soigneusement et sans retard. La gestion des stocks n'est que le traitement, suivant certaines règles, d'informations dont la plupart proviennent du magasin ; quelles que soient ces règles, quel que soit l'outil utilisé pour les appliquer, le résultat de la méthode de gestion des stocks dépend avant tout de la qualité des informations qu'elle reçoit.

Ces remarques ne veulent pas dire, pour autant, que le magasin doit être transformé en un organisme bureaucratique ; ce qu'il faut, c'est que les tâches administratives du magasin soient rendues aisées par une simplification poussée, une organisation très étudiée (bons de sortie préimprimés, bons d'entrée préparés à l'avance, pas de pointages systématiques de longs états comptables, pas de fiches mais des restitutions fréquentes mais courtes de l'ordinateur, si possible accès de type conversationnel à l'ordinateur).

7. CRITÈRES D'APPRÉCIATION DE LA QUALITÉ DE LA GESTION DES STOCKS

Il est pour le moins utile de mesurer la qualité de la gestion des stocks. On dispose pour cela de divers critères qui, s'ils ne permettent pas des mesures en valeur absolue, autorisent du moins des comparaisons entre entreprises similaires et surtout la surveillance de l'évolution, dans le temps, des résultats obtenus dans une entreprise déterminée.

CRITÈRES PROPRES AU NIVEAU ET À LA CONSERVATION DES STOCKS

◆ Taux de rotation - couverture

Le contenu de ces critères a été défini au chapitre 1. Si tous les articles stockés sont réapprovisionnés suivant la technique du plan d'approvisionnement, uniquement pour des besoins courants, et suivant les périodes économiques de 1 - 2 - 3 - 6 - 12 mois, la couverture moyenne présentée par l'ensemble du stock se situe entre 2,5 et 3 mois ; elle correspond à un taux de rotation compris entre 4 et 5.

Cependant, comme cela a été exposé au chapitre 2, on peut être conduit, pour certains articles, à retenir des périodes plus longues que la période économique, afin de profiter de remises intéressantes. La couverture moyenne du stock global sera relevée, bien que la solution adoptée soit plus économique que la solution théorique. Inversement, des contraintes de capacité de stockage ou de conservation peuvent faire réapprovisionner certains articles plus souvent que la recherche de l'optimum économique ne le préconise. La couverture sera abaissée bien que la gestion économique ne soit pas obtenue. En outre, la présence, dans le stock de pièces de sécurité jugées indispensables, contribue à relever la couverture présentée par le stock.

Aussi, lorsque la couverture est voisine de sa valeur optimale théorique, ce critère n'est-il plus très significatif.

Calcul de la valeur théorique optimale

Le stock étant parfaitement adapté aux besoins, la méthode ABC (ch. 2) donne la répartition suivante des articles, d'après leur période économique de commande.

Tranche	Période économique de commande en mois	Nombre d'articles %	Nombre d'articles % cumulé	Montant des sorties %	Montant des sorties % cumulé	Stock de protection théorique en mois	Couverture théorique en mois	Stock moyen en valeur	Sortie moyenne en valeur mensuelle
A	0,5	2	2	30	30	0,7	0,95	$M_{0,5}$	$S_{0,5}$
	1	3	5	25	55	1	1,5	M_1	S_1
	2	5	10	20	75	1,4	2,4	M_2	S_2
B	3	25	35	20	95	1,7	3,2	M_3	S_3
C	6	30	65	3	98	2,5	5,5	M_6	S_6
	12	35	100	2	100	3,5	9,5	M_{12}	S_{12}

Or la couverture moyenne globale du stock est :

$$C = \frac{M}{S}$$

avec M = stock moyen global

$$M = M_{0,5} + M_1 + M_2 + M_3 + M_6 + M_{12}$$

S = sortie moyenne globale
$S = S_{0,5} + S_1 + S_2 + S_3 + S_6 + S_{12}$

On peut donc écrire :

$$C = 0{,}30\,\frac{M_{0,5}}{S_{0,5}} + 0{,}25\,\frac{M_1}{S_1} + 0{,}20\,\frac{M_2}{S_2} + 0{,}20\,\frac{M_3}{S_3} + 0{,}03\,\frac{M_6}{S_6} + 0{,}02\,\frac{M_{12}}{S_{12}}$$

d'où

$$C = 0{,}30 \times 0{,}95 + 0{,}25 \times 1{,}5 + 0{,}20 \times 2{,}4 + 0{,}20 \times 3{,}2 + 0{,}03 \times 5{,}5 + 0{,}02 \times 9{,}5$$

$$C = 0{,}29 + 0{,}38 + 0{,}48 + 0{,}64 + 0{,}17 + 0{,}19$$

$$C = 2{,}15 \text{ mois}$$

Enfin, le mode de calcul, faisant intervenir la moyenne des stocks des douze derniers mois et la consommation moyenne mensuelle calculée sur la même période, fait que la couverture n'évolue que lentement même si des variations brutales et de forte amplitude interviennent sur le niveau des stocks et sur celui des consommations.

EXEMPLE

Un article a une consommation régulière avec une moyenne de 100 unités par mois; son prix unitaire est de 60 F *et le délai d'approvisionnement est de 2 mois. Les frais de possession du stock s'élèvent à 20 % de la valeur moyenne du stock et les frais de passation d'une commande d'un article sont de 40* F. *Les calculs montrent que cet article doit être commandé tous les mois (chapitre 2). Le stock de protection ayant été fixé à, par exemple, 0,5 mois de consommation moyenne mensuelle, la couverture théorique du stock est de 1 mois. A partir du mois* m, *la consommation tombe à 50 unités et se stabilise autour de cette valeur pendant les mois m + 1 et m + 2. Après enquête et études qui ont nécessité près d'un mois, on se rend compte que la consommation moyenne mensuelle à prévoir est de 50. La période économique de commande reste la même (un mois) et on décide de conserver le même niveau du stock de protection (0,5 mois de consommation moyenne mensuelle).*

Au bout de combien de mois le stock sera-t-il stabilisé ? Au bout de combien de mois retrouvera-t-on une couverture théorique de 1 mois ?

Le tableau 7.1 donne l'évolution du stock (avec les hypothèses simplicatrices suivantes : — la consommation est parfaitement régulière — le calcul de la quantité à commander se fait au début de chaque mois — les livraisons n'ont aucun retard et se font le 1er de chaque mois) — Quant à la figure 7.2, elle illustre cette évolution du stock sous la forme de la courbe en dents de scie.

Date	Stock avant livraison	Stock après livraison	En commande	Quantité à commander	Sorties du mois	Prévision de sortie
$m - 2$	50	150	100	100	100	100
$m - 1$	50	150	100	100	100	100
m	50	150	100	100	50	100
$m + 1$	100	200	100	50	50	100
$m + 2$	150	250	50	50	50	100
$m + 3$	200	250	50	50	50	100
$m + 4$	200	250	50	0	50	50
$m + 5$	200	250	0	0	50	50
$m + 6$	200	200	0	0	50	50
$m + 7$	150	150	0	25	50	50
$m + 8$	100	100	25	50	50	50
$m + 9$	50	75	50	50	50	50
$m + 10$	25	75	50	50	50	50
$m + 11$	25	75	50	50	50	50

Fig. 7.1

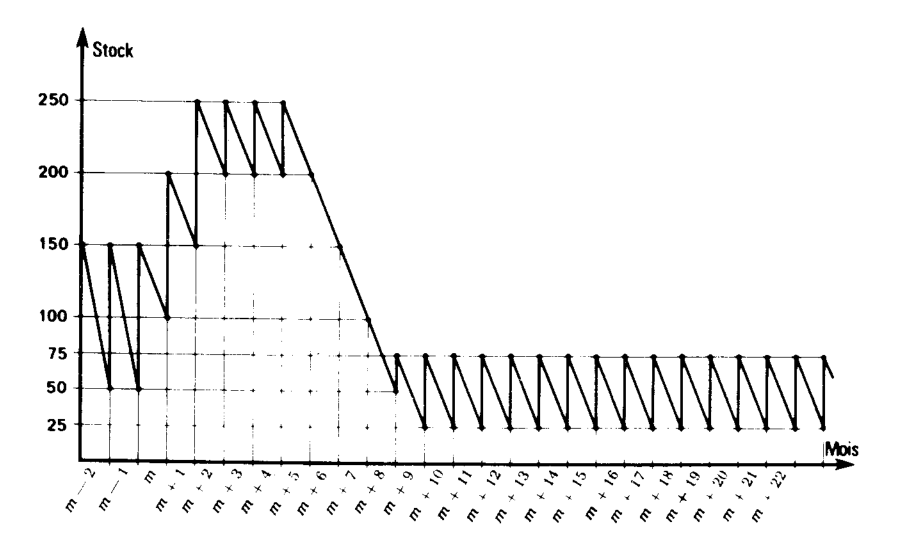


Fig. 7.2

On constate sur cet exemple que :

— ce n'est qu'au bout de 6 mois, après que l'on ait pris la décision de modifier la prévision de consommation, que le stock retrouve un niveau adapté à la consommation ;

— ce n'est qu'après 17 mois, à partir de cette même date, que la couverture moyenne du stock revient à sa valeur initiale de 1 mois.

◆ Évolution des stocks

Si la couverture présentée par les stocks est une indication précieuse quant à la qualité de la gestion, elle ne dispense pas de suivre l'évolution des stocks en valeur. En effet, celle-ci influence directement la trésorerie et les résultats de l'exercice. De ce fait, la direction de l'entreprise peut être amenée à imposer une réduction du niveau des stocks, quitte à s'écarter d'une gestion économique des approvisionnements et à risquer des interruptions dans l'exploitation.

De même, les impératifs de certaines politiques budgétaires peuvent obliger des dirigeants à prendre des mesures allant à l'encontre d'une gestion économique des stocks : — réduction arbitraire du volume de chaque commande, aboutissant à des achats « au compte-gouttes » générateurs d'augmentation des prix — ou, au contraire, commandes de quantités supérieures aux besoins réels, pour utiliser des disponibilités budgétaires, conduisant à des gels de capitaux, à des risques d'obsolescence.

◆ Nombre et valeur des articles à épuiser et à éliminer

C'est continuellement que des articles du stock sont déclassés en articles « à épuiser » par consommation sans renouvellement ou « à éliminer » par vente au rabais, feraillage ou destruction ; ces déclassements tiennent à l'évolution de la technique, de la mode, des goûts, des règlements.

Il convient de surveiller l'évolution de la variété de ces articles, de leurs stocks en quantités et en valeurs ; cette surveillance doit s'exercer à un rythme d'autant plus rapide que les articles en stock sont plus sujets à l'obsolescence et les mesures doivent être faites tant en valeurs absolues qu'en pourcentages par rapport à l'ensemble du stock. Il ne faut pas oublier, en effet, que l'obsolescence à des répercussions directes sur les résultats d'exploitation (constitution de provision pour dépréciation, pertes sur vente de produits déclassés).

◆ Nombre d'erreurs

Si des erreurs de toutes sortes sont inévitables, leur nombre ne doit ni être exagéré ni augmenter dans le temps ; il exprime la précision dans le travail. Elles peuvent entacher les comptages, à la réception, à la distribution, au moment des inventaires, les calculs des stocks sur fiches, des consommations passées et prévues, les imputations comptables, les numéros d'articles sur les bons de mouvements, les expéditions, l'enregistrement des mouvements en machine, etc.

Ce nombre d'erreurs, en valeur absolue et en pourcentage du nombre de mouvements de stock, est un bon élément d'appréciation de la qualité du fonctionnement des magasins et du service de la gestion des stocks. Cependant un nombre d'erreurs très faible doit attirer l'attention ; peut-être des contrôles trop poussés, et donc trop onéreux par rapport aux montants des erreurs détectées et corrigées, sont-ils exercés.

◆ Nombre de ruptures de stock

Une augmentation peut être significative d'un niveau de stock trop bas ou d'une précision insuffisante des prévisions. Une diminution peut être due à un accroissement du niveau du stock, à une meilleure surveillance de son évolution, à une amélioration de la qualité des prévisions. L'idéal serait évidemment de valoriser chaque rupture de stock, en fonction des frais réellement engendrés, et de surveiller l'évolution dans le temps du total de ces frais. Mais, généralement, une telle recherche semble irréalisable.

◆ Frais de possession du stock

Leur taux s'obtient en rapportant les frais de possession des stocks à la valeur du stock moyen et entre dans le calcul de la période économique de commande (chapitre 2). En suivre l'évolution peut fournir des enseignements précieux. Cependant, là encore, il faut s'entourer de précautions. En effet, les effectifs et le parc d'engins de manutention dépendent plus du volume des mouvements que du niveau du stock. Et si le niveau du stock diminue à consommation constante, ce qui est généralement souhaitable, le taux des frais de possession du stock augmentera [1].

1. Les corrections d'indices de salaires et de prix à la production doivent évidemment intervenir dans les calculs.

◆ Rapport des frais de possession du stock à la valeur des consommations

Ce rapport traduit assez bien l'efficacité de la gestion des stocks et la productivité du magasin. Cependant une diminution des prix d'achat obtenus entraîne une baisse de la valeur des consommations et donc une élévation de ce rapport si les frais de possession du stock restent constants ou diminuent moins vite que les prix d'achats obtenus [1].

CRITÈRES PROPRES AU RENOUVELLEMENT DES STOCKS

◆ Frais moyens de passation d'une commande

Ce ratio, obtenu en divisant le total des frais de passation de commande par le nombre de commandes, entre indirectement dans le calcul de la période économique de commande (Chapitre 2). Mais il est intéressant d'en suivre l'évolution pour apprécier la qualité de la gestion des stocks [2].

Une diminution de ces frais peut signifier que le nombre de commandes passées augmente et que les acheteurs ne peuvent plus consacrer tout le temps désirable à l'étude du marché et à la négociation ; mais elle peut aussi traduire une réduction des frais de fonctionnement du service des approvisionnements découlant d'une bonne rationnalisation du travail. Inversement, une augmentation peut être significative d'un accroissement des frais de fonctionnement permettant une étude plus approfondie du marché des négociations plus poussées, qui se traduisent en définitive, par de meilleurs achats ; mais elle peut aussi révéler une diminution de la productivité du service d'approvisionnements.

---

1. Les corrections d'indices de salaires et de prix à la production doivent évidemment intervenir dans les calculs.

2. Dans la formule donnant la période économique de commande d'un article, le paramètre f représente les frais de passation d'une commande d'un article. Ce paramètre f peut donc être obtenu en divisant les frais de passation d'une commande par le nombre moyen d'articles inscrits sur une commande.

Pris isolément, ce ratio n'est donc pas significatif ; il doit être examiné parallèlement à l'étude de l'indice des prix obtenus. Enfin, il doit être ramené à une valeur constante des indices de salaires, charges sociales, et autres postes de frais, pour que des comparaisons dans le temps soient valables.

◆ Rapport des frais de passation de commande au montant total des achats

Généralement, ce rapport se situe entre 1 et 2 %. Mais il faut en examiner avec précaution les variations avant de tirer des conclusions. En effet, une augmentation des effectifs entraîne un accroissement des frais de fonctionnement ; mais elle peut déboucher sur une diminution des prix obtenus beaucoup plus élevée que cet accroissement de frais et être donc parfaitement justifiée. Néanmoins, elle se traduira par une hausse de la valeur de ce rapport.

Bien entendu, les valeurs entrant dans le calcul de ce rapport doivent être corrigées de l'évolution des indices de salaires et de prix à la production.

◆ Rapport des frais globaux d'approvisionnement au montant des achats

Les frais globaux d'approvisionnement comprennent les frais de passation de commande, les frais de possession du stock et les frais de rupture de stock. Ce ratio, assez voisin du précédent, donne donc une vue plus générale sur la fonction approvisionnement dans son ensemble. Mais il doit être exploité avec autant de précautions que le ratio précédent, et pour les mêmes raisons.

On pourrait aussi songer à rapporter les frais globaux d'approvisionnement au chiffre d'affaires réalisé par l'entreprise pour éviter qu'une diminution du montant des commandes résultant d'une amélioration des prix obtenus ne fasse penser à une détérioration des services rendus par la fonction « approvisionnements ». Mais on tombe encore sur le même écueil : si le chiffre d'affaires de l'entreprise vient à diminuer (pour cause de récession par exemple), l'examen rapide de ce ratio ferait croire à une détérioration quand bien même les performances réalisées par le Service « Approvisionnements » seraient améliorées.

◆ Nombre de commandes hors calendrier

Il révèle, s'il est élevé, des consommations supérieures aux prévisions et doit conduire soit à améliorer les prévisions soit à augmenter le stock de protection.

VERS UN CRITÈRE GLOBAL COUVRANT LE RÉAPPROVISIONNEMENT DU STOCK ?

L'entreprise supporte des frais pour disposer du stock qui lui est nécessaire (frais de passation de commandes, frais de possession du stock, frais de rupture de stock). Les divers critères d'appréciation de la qualité de la gestion des stocks passés en revue s'ils sont simples présentent l'inconvénient d'être nombreux et finalement peu sûrs. Mais ce n'est peut-être pas tant la valeur absolue de cette qualité que l'on cherche à apprécier, — ce qui paraît être difficile —, que l'évolution dans le temps de la qualité du service rendu par la fonction « approvisionnements ».

L'année de référence, les frais globaux de passation de commandes et les frais globaux de possession du stock peuvent être connus, tandis que les frais de rupture de stock peuvent être, sinon connus, du moins théoriquement chiffrés. — Soit F_0 le montant total de ces frais. Les années suivantes, ce montant sera F_1, F_2, F_3, ... exprimé en francs courants. Si l'on admet que ces frais comprennent essentiellement des salaires, on peut les apprécier en francs constants au moyen des formules

$$F'_1 = F_1 \times \frac{S_0}{S_1}$$

$$F'_2 = F_2 \times \frac{S_0}{S_2}$$

$$F'_3 = F_3 \times \frac{S_0}{S_3}, \text{ etc.,}$$

en appelant S_0, S_1, S_2, S_3, etc., les indices « Salaires » de l'entreprise au cours des années 0, 1, 2, 3, etc. Bien entendu, on peut aussi chercher à cerner de plus près la réalité en affectant un indice à chacun des frais élémentaires.

Par ailleurs, un article i est acheté au prix unitaire u_i (y compris les

frais d'approche) et la quantité consommée dans l'année est q_i. Cependant, il faut aussi mesurer le prix unitaire u_i en francs constants au moyen de la formule

$$u'_i = u_i \times \frac{M_0}{M_j},\ M_0 \text{ et } M_j$$

étant les valeurs de l'indice « matières » approprié au cours de l'année de référence et au cours de l'année j. Enfin, il faut noter que, aux variations de stock près, la quantité consommée est égale à la quantité achetée.

Pour apprécier l'évolution de la qualité globale du service rendu par la fonction approvisionnement, on sera ainsi conduit à calculer chaque année le résultat :

$$R_j = \Sigma\, q_{ij}\,(u_{i0} - u'_{ij}) - (F_j - F_0),$$

formule dans laquelle :

— le premier terme est significatif de l'évolution du prix payé au fournisseur ;

— le second terme représente l'évolution des frais globaux d'approvisionnements.

Le premier terme $\sum_i q_{ij}\,(u_{i0} - u'_{ij})$ tient compte :

— de la diminution du prix payé suite à une amélioration de la négociation ;

— de la part de réduction du prix de revient dont le fournisseur fait bénéficier le client suite à la régularisation du rythme des commandes, elle-même subordonnée à l'optimisation de la gestion des stocks chez le client.

— de la part d'augmentation de productivité chez le fournisseur, dont ce dernier fait bénéficier le client.

Le deuxième terme traduit :

— soit l'augmentation des frais globaux que l'on a consentie pour obtenir une diminution des prix d'achat (il faut évidemment que l'augmentation des frais consentie reste inférieure aux gains sur les prix d'achat).

— soit la diminution des frais globaux d'approvisionnements (suite à réduction du stock, à diminution du nombre de ruptures de stocks, à une meilleure organisation du travail etc.) ;

— soit enfin la résultante des effets conjugués de ces deux séries de dispositions prises par la Direction de l'entreprise, cette résultante pouvant être positive, négative ou nulle.

On peut aussi rapporter ce résultat au montant des sorties de stock, pour obtenir une variation relative :

$$r_j = \frac{\sum_i q_{ij} (u_{i0} - u_{ij}) - (F_j - F_0)}{\sum_i q_{ij} u_{i0}}$$

que l'on peut considérer comme représentatif de la « productivité » du Service Approvisionnements.

Cependant, cette formule, d'un aspect peut-être séduisant, n'est pas non plus sans présenter des inconvénients. Le premier est que, si les articles stockés sont nombreux, le calcul est long et compliqué, même si l'on dispose d'un ordinateur. On peut cependant simplifier le calcul en n'y incorporant qu'un petit nombre d'articles représentatifs affectés de coefficients de pondération judicieusement choisis. Le deuxième inconvénient, plus grave, est que la formule n'est plus valable en cas de diminution, même temporaire, du niveau d'activité de l'entreprise. En effet, dans cette éventualité, les quantités commandées diminueraient d'une année à l'autre; on pourrait à la limite, trouver un résultat négatif même si, parallèlement, le Service Approvisionnement obtenait une amélioration des conditions consenties par les fournisseurs. Et ce serait une erreur d'en déduire qu'il faut diminuer les effectifs de ce Service : dans l'immédiat ce Service ne serait plus à même de négocier correctement, ce qui entraînerait rapidement une augmentation des prix d'achats; à terme, après la reprise de l'activité, l'entreprise conserverait ce handicap, mais il jouerait sur des achats plus élevés en volume, d'où, évidemment, des conséquences fâcheuses sur le résultat d'exploitation.

EXEMPLE

L'entreprise a sélectionné douze articles représentatifs (voir tableau 7.3) affectés de coefficients de pondération K_{ij} (l'indice i caractérise l'article et l'indice j caractérise l'année); le total de ces coefficients est 1 000. Au cours des années 0 et 1, les quantités consommées de chaque article q_{i0} et q_{i1}, sont restées constantes et les coefficients de pondération K_{i0} et K_{i1} n'ont pas varié. Mais il y a eu un léger renforcement des effectifs du Service d'Approvisionnement, ce qui a entraîné un accroissement des frais globaux d'approvisionnement : $F'_1 - F_0 = 60 \times 10^3$ F; grâce à ce renfort, l'entreprise a pu approfondir ses

études de marchés, pousser plus à fond les négociations et, en définitive, obtenir des diminutions de prix unitaires u'_{i1}, *exprimés en francs constants, sur certains articles (articles n*os *1 - 3 - 5 - 7 - 9 - 11). Le montant total des achats, les quantités restant égales, est ainsi passé de 46 059* $\times 10^3$ F *l'année 0 à 45 495* $\times 10^3$ F *l'année 1, soit, en francs constants, un gain de 564* $\times 10^3$ F.

Le critère global fait apparaître un bénéfice net de 504 $\times 10^3$ F *du Service d'Approvisionnements et une amélioration de sa productivité de 1,09 %. Il est, par ailleurs, intéressant de noter que le rapport des frais globaux d'approvisionnement* F'_j *au montant des achats* $\Sigma\, K_{ij}\, q_{ij}\, u_{ij}$ *conduirait, s'il était employé seul, à penser que, au contraire, le fonctionnement de ce Service s'est détérioré puisque ce rapport est passé de 3,9 % à 4,1 %.*

Les années 2 et 3 sont caractérisées par une expansion de l'activité de l'entreprise, les quantités consommées q_{i2} *et* q_{i3} *sont, globalement, supérieures aux quantités* q_{i0} *et* q_{i1}, *bien que pour l'article n° 5, par exemple, il y ait une nette tendance à la diminution. Les prix obtenus pendant l'année 2 s'étant encore améliorés, l'entreprise a de nouveau renforcé son Service Approvisionnements au cours de l'année 3 ; les frais globaux d'approvisionnements sont ainsi passés, en francs constants, de 1 800* $\times 10^3$ F *au cours de l'année 0, à 1 860* $\times 10^3$ F *dans les années 1 et 2, et à 1 920* $\times 10^3$ F *pendant l'année 3. Le montant total des commandes a été de 49 781* $\times 10^3$ F *pendant l'année 2 et de 47 811* $\times 10^3$ F *pendant l'année 3 ; aux prix obtenus au cours de l'année 0, ces montants auraient été de 50 635* $\times 10^3$ F *et de 48 889* $\times 10^3$ F. *L'entreprise a donc gagné respectivement 854* $\times 10^3$ F *(année 2) et 1 078* $\times 10^3$ F *(année 3).*

Le critère global fait apparaître un bénéfice net de 794 $\times 10^3$ F *et de 958* $\times 10^3$ F *aux cours des années 2 et 3 par rapport à l'année 0 et un accroissement de « productivité » de 1,57 % et de 1,96 %. Par contre, le seul rapport des frais globaux d'approvisionnements au montant des achats, employé seul, ferait croire à une amélioration pendant l'année 2 et à une détérioration durant l'année 3.*

*Enfin l'année 4 est caractérisée par une chute brutale du niveau d'activité de l'entreprise ; néanmoins, le Service d'Approvisionnements a pu encore obtenir une diminution du prix d'achat sur certains articles (articles n*os *1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 12), sans pour autant éviter une hausse sur l'article n° 8.*

On voit apparaître un gain sur les achats de 1 545 $\times 10^3$ F *par rapport à l'année 0, avec un bénéfice net de 1 425* $\times 10^3$ F *du Service d'Approvisionnements, ainsi qu'un gain de « productivité » de 3,4 %. Par contre le rapport des frais globaux d'approvisionnement au montant des commandes est passé de 3,9 % à 4,7 % et pourrait faire croire que la situation s'est gravement détériorée.*

Art.	Année 0				Année 1				Année 2				Année 3				Année 4			
	K_{io}	q_{io}	u_{io} F	$K_{io}q_{io}u_{io}$ 10^3 F	K_{i1}	q_{i1}	u'_{i1} F	$K_{i1}q_{i1}u_{i1}$ 10^3 F	K_{i2}	q_{i2}	u'_{i2} F	$K_{i2}q_{i2}u_{i2}$ 10^3 F	K_{i3}	q_{i3}	u'_{i3} F	$K_{i3}q_{i3}u_{i3}$ 10^3 F	K_{i4}	q_{i4}	u'_{i4} F	$k_{i4}q_{i4}u_{i4}$ 10^3 F
1	100	100	100	1 000	100	100	99	990	102	105	99	1 060	103	120	98	1 211	102	90	97	890
2	50	200	10	100	50	200	11	110	54	210	10	113	54	200	9,6	104	55	190	9,2	96
3	200	1 000	20	4 000	200	1 000	18	3 600	195	1 050	19	3 890	202	1 200	19	4 606	198	900	18	3 208
4	30	3 000	1	90	30	3 000	1	90	31	3 500	0,9	98	29	3 200	0,9	84	30	2 800	0,8	67
5	60	500	5	150	60	500	4,6	138	58	480	4,5	125	56	440	4,4	108	58	400	4,3	100
6	80	300	90	2 160	80	300	90	2 160	80	330	90	2 376	78	360	89	2 499	79	250	88	1 738
7	20	200	30	120	20	200	27	108	21	250	27	142	20	270	27	146	21	180	27	102
8	10	20	70	14	10	20	71	14	12	22	70	18	11	23	68	17	10	18	69	12
9	100	1 000	40	4 000	100	1 000	39	3 900	99	1 100	39	4 247	100	1 200	38	4 560	97	900	37	3 230
10	200	2 000	80	32 000	200	2 000	80	32 000	202	2 200	79	35 108	200	2 000	79	31 600	204	1 800	78	28 642
11	100	400	60	2 400	100	400	59	2 360	97	450	59	2 575	98	500	58	2 842	100	400	58	2 320
12	50	10	50	25	50	10	50	25	49	12	50	29	49	14	50	34	46	8	49	18
$\Sigma_i K_{ij}q_{ij}u'_{ij}$				46 059				45 495				49 781				47 811				40 423
$\Sigma_i K_{ij}q_{ij}u_{io}$								46 059				50 635				48 889				41 968
$\Sigma_i K_{ij}q_{ij}(u_{io} - u_{ij})$								564				854				1 078				1 545
F_o				1 800				1 800				1 800				1 800				1 800
F'_j								1 860				1 860				1 920				1 920
$F'_j - F_o$								60				60				120				120
R_j								504				794				958				1 425
r_j								1,09 %				1,57 %				1,96 %				3,4 %
$F'_j/\sum_i K_{ij}q_{ij}u'_{ij}$				3,9 %				4,1 %				3,7 %				4,0 %				4,7 %

Fig. 7.3

8. NOTES COMPLÉMENTAIRES

CALCUL DE LA PÉRIODE ÉCONOMIQUE DE COMMANDE

Il s'agit de trouver la période économique de commande p d'un article, connaissant :

f : frais de passation d'une commande d'un article,
z : taux des frais de possession du stock,
V : consommation annuelle de l'article en quantité,
u : prix unitaire de l'article.

On appelle n le nombre de commandes passées dans l'année.

On a vu au chapitre 2 que les frais totaux qui pèsent sur le stock actif sont :

$$F = \frac{Vuz}{2n} + nf$$

La dérivée de F par rapport à la variable n est :

$$F'(n) = -\frac{Vuz}{2n^2} + f$$

Elle s'annule pour $n = \sqrt{\frac{Vuz}{2f}}$

La courbe représentative de F en fonction du nombre de commandes passées dans l'année passe donc par un minimum correspondant à cette valeur de n.

Pour cette valeur de n, les frais de passation de commande sont :

$$nf = \sqrt{\frac{Vuzf}{2}}$$

et les frais de possession du stock sont :

$$\frac{Vuz}{2n} = \frac{Vuz}{2}\sqrt{\frac{2f}{Vuz}} = \sqrt{\frac{Vuzf}{2}}$$

Le minimum de la courbe représentative de F correspond bien à l'égalité des frais de passation de commande et des frais de possession du stock et donc à l'intersection de la droite et de l'hyperbole figurées sur le graphique 2.2, ce minimum étant égal à :

$$2\sqrt{\frac{Vuzf}{2}} = \sqrt{2\,Vuzf}\,.$$

A cette valeur de n correspond la période économique de commande p, donnée par :

$$p = \frac{12}{n} = \sqrt{\frac{288f}{Vuz}}\,.$$

VALEURS SIMPLES DE LA PÉRIODE ÉCONOMIQUE DE COMMANDE

On a vu au chapitre 2 que les frais totaux qui pèsent sur le stock actif sont, avec les notations utilisées :

$$F = \frac{Vuz}{2n} + nf$$

En remplaçant n par $\frac{12}{p}$, p étant la période économique de commande, cette expression devient :

$$F = \frac{Vuz}{24}p + \frac{12f}{p}$$

Si, au lieu de prendre comme période séparant deux commandes successives, non pas la période économique p, mais une valeur $p + \Delta p$, les frais pesant sur le stock actif seront :

$$F + \Delta F = \frac{Vuz}{24}(p + \Delta p) + \frac{12f}{p + \Delta p}$$

et les frais supplémentaires seront :

$$\Delta F = (F + \Delta F) - F = \frac{Vuz}{24}\Delta p + 12f\left[\frac{1}{p + \Delta p} - \frac{1}{p}\right]$$

$$= \left[\frac{Vuz}{24} - \frac{12f}{p\,(p + \Delta p)}\right]\Delta p$$

d'où $\Delta F = \left[\frac{Vuz}{24}p - \frac{12f}{p\,(1 + \frac{\Delta p}{p})}\right]\frac{\Delta p}{p}$

Mais, p étant la période économique de commande, on a :

$$p = \sqrt{\frac{288f}{Vuz}}$$

$$F = \sqrt{2\,Vuzf}$$

$$\Delta F = \left[\frac{Vuz}{24}\sqrt{\frac{288f}{Vuz}} - 12f\sqrt{\frac{Vuz}{288f}} \times \frac{1}{1 + \frac{\Delta p}{p}}\right] \times \frac{\Delta p}{p}$$

$$\Delta F = \sqrt{\frac{Vuzf}{2}}\left[1 - \frac{1}{1 + \frac{\Delta p}{p}}\right]\frac{\Delta p}{p}$$

$$\frac{\Delta F}{F} = \frac{1}{2}\left[1 - \frac{1}{1 + \frac{\Delta p}{p}}\right]\frac{\Delta p}{p}$$

$$\frac{\Delta F}{F} = \frac{1}{2}\left(\frac{\Delta p}{p}\right)^2\frac{1}{1 + \frac{\Delta p}{p}}$$

Si l'on retient comme valeurs simples de la période de commande

$$p = 0{,}5 - 1 - 2 - 3 - 6 - 12 \text{ mois},$$

la valeur théorique $p = \sqrt{\frac{288\,f}{Vuz}}$ est encadrée par deux valeurs successives p_1 et p_2, prises dans cette série ($p_1 < p < p_2$), et on choisira p_1 plutôt que p_2 si le total des frais en choisissant p_1 est inférieur au total des frais en choisissant p_2, c'est-à-dire si :

$$\frac{Vuz}{24}p_1 + \frac{12f}{p_1} < \frac{Vuz}{24}p_2 + \frac{12f}{p_2}$$

$$\frac{Vuz}{24}(p_2 - p_1) < 12f\frac{p_2 - p_1}{p_1\,p_2}$$

et, comme $p_2 > p_1$:

$$\frac{Vuz}{24} < \frac{12f}{p_1\,p_2}$$

$$p_1\,p_2 < \frac{288f}{Vuz}$$

$$\sqrt{p_1\,p_2} < p$$

L'écart maximum Δp par rapport à la période économique théorique sera donc :

$$\Delta p_1 = p_1 - \sqrt{p_1\,p_2} \text{ ou } \Delta p_2 = p_2 - \sqrt{p_1\,p_2}$$

La valeur maximale de $\frac{\Delta p}{p}$ sera donc :

$$\frac{\Delta p_1}{\sqrt{p_1\,p_2}} = \sqrt{\frac{p_1}{p_2}} - 1 \quad \text{ou} \quad \frac{\Delta p_2}{\sqrt{p_1\,p_2}} = \sqrt{\frac{p_2}{p_1}} - 1$$

$$\doteq \frac{\sqrt{p_1} - \sqrt{p_2}}{\sqrt{p_2}} \qquad\qquad = \frac{\sqrt{p_2} - \sqrt{p_1}}{\sqrt{p_1}}$$

L'erreur relative $\frac{\Delta F}{F}$ sur les frais totaux qui pèsent sur le stock actif sera :

avec Δp_1 : $\frac{\Delta F}{F} = \frac{1}{2} \times \frac{(\sqrt{p_1} - \sqrt{p_2})^2}{p_2} \times \frac{1}{\sqrt{\frac{p_1}{p_2}}} = \frac{(\sqrt{p_1} - \sqrt{p_2})^2}{2\sqrt{p_1\,p_2}}$

avec Δp_2 : $\frac{\Delta F}{F} = \frac{1}{2} \times \frac{(\sqrt{p_2} - \sqrt{p_1})^2}{p_1} \times \frac{1}{\sqrt{\frac{p_2}{p_1}}} = \frac{(\sqrt{p_2} - \sqrt{p_1})^2}{2\sqrt{p_1\,p_2}}$

Ces deux expressions sont égales, et on a donc comme erreur maximale relative sur les frais :

$$\frac{\Delta F}{F} \text{ max} = \frac{1}{2}\left[\sqrt{\frac{p_1}{p_2}} + \sqrt{\frac{p_2}{p_1}} - 2\right]$$

Les valeurs numériques sont celles du tableau suivant :

p_1	p_2	$\frac{\Delta F}{F}$ max
0,5	1	$\frac{1}{2}(\sqrt{0,5} + \sqrt{2} - 2) = 0,06$
1	2	$\frac{1}{2}(\sqrt{0,5} + \sqrt{2} - 2) = 0,06$
2	3	$\frac{1}{2}(\sqrt{\frac{2}{3}} + \sqrt{\frac{3}{2}} - 2) = 0,02$
3	6	$\frac{1}{2}(\sqrt{0,5} + \sqrt{2} - 2) = 0,05$
6	12	$\frac{1}{2}(\sqrt{0,5} + \sqrt{2} - 2) = 0,06$

Le supplément de frais introduit en limitant les valeurs théoriques possibles de la période économique de commande aux seules valeurs simples de la série 0,5 - 1 - 2 - 3 - 6 - 12 mois ne dépasse donc jamais 6 % du minimum théorique obtenu par application de la formule donnant la période économique de commande.

CALCUL DES SEUILS DE PÉRIODICITÉ

On a vu au paragraphe précédent que si l'on appelle p_1 et p_2 les deux valeurs successives de la série 0,5 - 1 - 2 - 3 - 6 - 12 mois qui encadrent la valeur théorique $p = \sqrt{\frac{288\,f}{Vuz}}$ de la période économique de commande ($p_1 < p < p_2$), on arrondit la valeur de p à p_1, plutôt qu'à p_2 si

$$\frac{Vuz}{24} > \frac{12f}{p_1\,p_2}$$

On arrondit donc à p_1 si la valeur de la consommation annuelle Vu de l'article est telle que :

$$Vu > \frac{288f}{p_1\,p_2\,z}$$

Le seuil $(Vu)_{1,2}$ en valeur de consommation annuelle qui sépare les articles à commander tous les p_1 mois de ceux à commander tous les p_2 mois est donc :

$$(Vu)_{1,2} = \frac{288f}{p_1\,p_2\,z}$$

EXEMPLE

Dans une entreprise où f = 90 F *et z = 30 %, les seuils et donc les périodes à adopter sont donnés par le tableau suivant :*

Valeurs de p_1 et p_2	Seuil en francs	Période en mois
		0,5
$p_1 = 0{,}5$; $p_2 = 1$	172 800	
		1
$p_1 = 1$; $p_2 = 2$	43 200	
		2
$p_1 = 2$; $p_2 = 3$	14 400	
		3
$p_1 = 3$; $p_2 = 6$	4 800	
		6
$p_1 = 6$; $p_2 = 12$	1 200	
		12

PRÉVISION DE LA DEMANDE ET STOCK DE PROTECTION LORSQUE LA DEMANDE PRÉSENTE UNE TENDANCE

Le stock de protection sert à couvrir une augmentation de la demande pendant $(p + d)$ mois par rapport à la demande moyenne prévue pendant cette même période.

On a vu au chapitre 2 comment trouver ce stock de protection dans le cas général où la demande ne présente pas de tendance nette, ni à la hausse, ni à la baisse. Dans ce cas général, il suffit de comparer l'historique des demandes pendant des tranches de $(p + d)$ mois consécutifs à la demande moyenne pendant ces mêmes $(p + d)$ mois, c'est-à-dire à $S\,(p + d)$, S étant la demande moyenne mensuelle calculée sur l'ensemble de la période de l'historique.

Ceci n'est évidemment plus valable si la demande présente une tendance nette à long terme (au moins un an) à la hausse ou à la baisse.

Dans un tel cas, il convient de faire les opérations suivantes :

— détermination de la droite l'expansion de la demande (l'expansion étant négative si la tendance est à la baisse) ;

— pour chaque mois, calcul de l'expansion relative en rapportant l'ordonnée sur la droite d'expansion à l'ordonnée correspondant à la date milieu de l'historique ;

— calcul, pour chaque mois, de la demande corrigée brute de l'expansion, en divisant la demande par l'expansion relative ;

— calcul du total des demandes mensuelles corrigées brutes de l'expansion ; ce total est théoriquement égal au total des demandes pendant toute la durée de l'historique étudié, mais en fait on trouvera une légère différence car l'expansion réelle n'est généralement pas linéaire. Cette différence est répartie sur chacune des moitiés de la durée de l'historique ; pour chacune de celles-ci, on trouve donc un écart par rapport à la moyenne calculée sur les deux demi-périodes qui constituent l'historique ;

— répartition des écarts sur chacune des demandes mensuelles corrigées brutes de l'expansion, la part de l'écart affectée à chaque mois étant d'autant plus grande que le mois est plus proche de la date milieu de l'historique (en effet, le calcul avec la droite d'expansion revient à confondre l'arc de la courbe réelle d'expansion avec la sécante). On obtient ainsi, pour chaque mois, la demande corrigée de l'expansion et des écarts ;

— calcul, suivant la méthode classique, du nombre de mois de consommation moyenne mensuelle couverts par le stock de protection ;

— calcul de la demande moyenne pour chacun des $(p + d)$ mois à venir en extrapolant la droite de tendance ou en utilisant la prévision d'expansion pour les mois à venir.

EXEMPLE

Les demandes mensuelles de l'article étudié sont indiquées dans le tableau ci-dessous.

Mois	Demande mensuelle	
	Année A − 2	Année A − 1
J	550	400
F	300	900
M	400	800
A	350	550
M	500	850
J	650	400
J	350	600
A	750	550
S	450	900
O	400	800
N	250	900
D	700	450

La demande annuelle est de 5 650 pendant l'année A − 2 et 8 100 pendant l'année A − 1.

L'expansion annuelle est :

$$\frac{8\,100 - 5\,650}{5\,650} = 43{,}5\ \%$$

et l'expansion mensuelle moyenne est :

$$\frac{0{,}435}{12} = 3{,}6\ \%$$

La demande moyenne mensuelle est

$\frac{5\,650}{12} = 471$ *pendant l'année A − 2,*

$\frac{8\,100}{12} = 675$ *pendant l'année A − 1 et*

$\frac{471 + 675}{2} = 573$ *sur les deux années.*

L'équation de la droite d'expansion moyenne est donnée par :

$$\frac{x - 6}{18 - 6} = \frac{y - 471}{675 - 471}$$

ce qui donne : $y = 369 + 17x$.

A titre indicatif, la droite d'ajustement obtenue par la méthode des moindres carrés est $y = 393 + 14{,}4x$ *qui donne une expansion annuelle moyenne de* $\frac{652 - 479}{479} = 36\ \%$. *Mais, dans l'exemple, les demandes sont souvent très différentes pendant deux mois consécutifs et le nuage de points est très dispersé. Aussi est-il préférable de s'en tenir à la droite d'expansion moyenne.*

Les calculs successifs sont donnés par le tableau fig. 8.1.

Commentaires sur le tableau de calcul fig. 8.1

Pour le mois d'avril de l'année A − 2, on a :

— *demande du mois : 400;*

— *ordonnée de la droite d'expansion :* $396 + 17 \times 4 = 437$;

— *expansion relative :* $\frac{437}{573} = 76{,}3\ \%$

avec 573 = ordonnée de la droite d'expansion à la date milieu de l'historique (décembre de l'année A − 1),

= demande moyenne mensuelle calculée sur les deux années (durée totale de l'historique) = S;

Mois	Ordonnée sur la droite d'expansion		Expansion relative en %		Demande corrigée brute de l'expansion		Répartition des écarts		Demande corrigée de l'expansion et des écarts	
	$A-2$	$A-1$	$A-2$	$A-1$	$A-2$	$A-1$	$A-2$	$A-1$	$A-2$	$A-1$
J	386	590	67,4	103,0	816	388	0	+ 10	816	398
F	403	607	70,3	106,0	427	849	+ 1	+ 9	428	858
M	420	624	73,3	108,9	546	735	+ 2	+ 8	548	743
A	437	641	76,3	111,9	459	492	+ 3	+ 7	462	499
M	454	658	79,2	114,8	631	740	+ 4	+ 6	635	746
J	471	675	82,2	117,8	791	340	+ 5	+ 5	796	345
J	488	692	85,2	120,8	411	497	+ 6	+ 4	417	501
A	505	709	88,1	123,7	851	445	+ 7	+ 3	858	448
S	522	726	91,1	126,7	494	710	+ 8	0	502	710
O	539	743	94,1	129,7	425	617	+ 9	0	434	617
N	556	760	97,0	132,6	258	678	+ 10	0	268	679
D	573	777	100,0	135,6	700	332	+ 11	0	711	332
			Total		6 809	6 824	+ 66	+ 52	6 875	6 875
			Ecart		– 66	– 51				

Fig. 8.1

— demande corrigée brute de l'expansion : $\frac{350}{0,763} = 459$*;*

— répartition de l'écart : + 3.

L'écart total sur l'année A − 2 est : $6\ 809 - \frac{5\ 650 + 8\ 100}{2} = -\ 66.$

On voit que, dans cet exemple, il suffit, pour rattraper l'écart, de le répartir suivant une progression arithmétique de raison 1 commençant en février;

— demande corrigée de l'expansion et de l'écart : 459 + 3 = 462.

Calcul du nombre de mois de consommation moyenne mensuelle couverts par le stock de protection

Supposons que la période économique de commande de l'article soit p = 2 mois et que son délai d'approvisionnement soit d = 1 mois. Il faut examiner ce qu'ont été les demandes corrigées de l'expansion et des écarts pendant des tranches de p + d = 3 mois et en dresser l'histogramme.

On obtient les résultats suivants :

Demandes corrigées de l'expansion et des écarts pendant 3 mois consécutifs		
Tranche de mois	Année A − 2	Année A − 1
J - F - M	1 792	1 999
F - M - A	1 438	2 100
M - A - M	1 645	1 988
A - M - J	1 893	1 590
M - J - J	1 848	1 592
J - J - A	2 071	1 294
J - A - S	1 777	1 659
A - S - O	1 794	1 775
S - O - N	1 204	2 006
O - N - D	1 413	1 628
N - D - J	1 377	—
D - J - F	1 967	—

Histogramme des demandes	
Valeur	Nombre de cas
2 100	1
2 071	1
2 006	1
1 999	1
1 988	1
1 967	1
—	—
—	—
—	—
—	—
1 438	1
1 413	1
1 377	1
1 294	1
1 204	1

On dispose au total de 22 cas de demande pendant 3 mois consécutifs. Admettons un taux de service de 95 %. Il lui correspond une probabilité de rupture de stock admise de 1 − 0,95 = 5 % et donc, sur 22 cas, 5 % × 22 = 1 cas de demande non satisfaite intégralement.

La prévision de demandes courantes à retenir est donc P = 2 071.

Le nombre de mois de consommation moyenne mensuelle couverts par le stock de protection doit donc être :

$$a = \frac{P}{S} - (p + d) = \frac{2\,071}{572} - 3 = 0{,}6 \text{ mois}$$

Calcul de la prévision de demande moyenne d'un mois à venir

Si l'étude de marché a montré que l'expansion doit se poursuivre au même rythme, cette prévision de demande moyenne sera :

— pour mars de l'année A : 369 + 17 (24 + 3) = 828
— pour avril de l'année A : 369 + 17 (24 + 4) = 845
— pour mai de l'année A : 369 + 17 (24 + 5) = 862

Si l'étude de marché a montré que l'expansion au cours de l'année A par rapport à l'année A − 1 est différente de celle de l'année A − 1 par rapport à l'année A − 2 (par exemple 25 % au lieu de 43,5 %), il faut commencer par trouver l'équation de la nouvelle droite d'expansion en prenant comme origine le 1[er] janvier de l'année A − 1, soit :

$$\frac{x - 6}{18 - 6} = \frac{y - 675}{1{,}25 \times 675 - 675}$$

$$y = 591 + 14{,}1\,x$$

La prévision de demande moyenne sera alors :

— pour mars de l'année A : 591 + 14,1 (12 + 3) = 803
— pour avril de l'année A : 591 + 14,1 (12 + 4) = 817
— pour mai de l'année A : 591 + 14,1 (12 + 5) = 831

Calcul de la prévision de demande courante à satisfaire avec un taux de service de 95 %

Cette prévision est égale à la demande moyenne prévue pendant p + d = 3 mois augmentée du stock de protection.

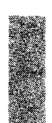
Si l'on doit faire un calcul de quantité à commander au début mars de l'année A, cette prévision P sera :

— dans la 1[re] hypothèse d'expansion :

$$P = \frac{828 + 845 + 862}{3}(3 + 0{,}6) = 3\,042$$

— dans la 2[e] hypothèse d'expansion :

$$P = \frac{803 + 817 + 831}{3}(3 + 0{,}6) = 2\,941$$



PRÉVISION DE LA DEMANDE ET STOCK DE PROTECTION LORSQUE L'ACTIVITÉ EST SAISONNIÈRE

La demande d'un article peut être sujette à des variations saisonnières, tandis que pour d'autres articles une variation saisonnière qui joue sur une partie de la demande peut être masquée par divers phénomènes aléatoires.

Dans un cas comme dans l'autre, si les variations saisonnières sont importantes, il est bon d'en tenir compte de manière à disposer d'un stock aussi bien ajusté que possible à la demande.

EXEMPLE

Reprenons l'article étudié au paragraphe précédent et supposons qu'il fasse partie d'un groupe homogène d'articles pour lequel la demande, valorisée en monnaie constante et exprimée en kF, *a été la suivante au cours de trois années consécutives (tableau fig. 8.2).*

La demande pour l'ensemble du groupe d'articles est en expansion :

$$\frac{\text{demande } A - 2}{\text{demande } A - 3} = \frac{3\,144}{2\,535} = 1{,}24$$

$$\frac{\text{demande } A - 1}{\text{demande } A - 2} = \frac{3\,685}{3\,144} = 1{,}23$$

L'expansion annuelle est constante et l'expansion moyenne mensuelle est de 2 %.

La demande moyenne mensuelle, exprimée en kF constants est :

année A − 3 : 211
année A − 2 : 262
année A − 1 : 322

Exprimons la demande mensuelle en % de la demande moyenne mensuelle calculée sur l'année correspondante. On obtient les résultats suivants (tableau fig. 8.3).

On constate que, pour un mois déterminé, ces pourcentages sont très voisins au cours des trois années, à l'exception toutefois des mois d'octobre et de novembre de l'année A − 1.

En dépit de deux exceptions, dont il conviendrait de chercher les causes, on peut dire que la demande est saisonnière et que les variations saisonnières sont suffisamment importantes pour qu'il faille en tenir compte.

Cependant, les variations saisonnières s'accompagnent d'une expansion.

Mois	Demande mensuelle en kF constants		
	Année $A-3$	Année $A-2$	Année $A-1$
J	162	210	270
F	204	249	320
M	183	236	293
A	178	210	272
M	215	275	354
J	288	341	422
J	252	301	377
A	84	105	126
S	225	288	356
O	241	314	341
N	257	314	351
D	246	301	383
Σ	2 535	3 144	3 865

Fig. 8.2

Mois	Demande mensuelle en % de la demande moyenne mensuelle calculée sur l'année		
	Année $A-3$	Année $A-2$	Année $A-1$
J	77	80	84
F	97	95	99
M	87	90	91
A	84	80	84
M	102	105	110
J	136	130	131
J	119	115	117
A	40	40	39
S	107	110	111
O	114	120	106
N	122	120	109
D	117	115	119
Σ	1 202	1 200	1 200

Fig. 8.3

Il faut donc isoler les deux phénomènes pour trouver les variations de la demande liées uniquement à la saison.

Pour cela, on calcule successivement :

— un coefficient mensuel apparent de variation saisonnière en prenant la moyenne, pour un mois donné, des pourcentages qui viennent d'être trouvés;

— un coefficient mensuel brut de variation saisonnière pour tenir compte de l'expansion supposée linéaire en procédant de la manière suivante :

- *pour janvier, diviser le coefficient apparent par* $1 - 5e$, *e étant le taux moyen d'expansion mensuelle,*
- *pour février, on divise par* $1 - 4e$, ...,
- *pour juin, on divise par 1,*
- *pour juillet, on divise par* $1 + e$, ...,
- *pour décembre, on divise par* $1 + 6e$;

— une correction des écarts, introduits dans le précédent calcul, et dus au fait que, en réalité, l'expansion n'est pas linéaire; pour déterminer la correction à apporter à chacun des coefficients bruts, on procèdera comme indiqué au paragraphe précédent;

— un coefficient mensuel net de variation saisonnière par application du correctif indiqué ci-dessus au coefficient mensuel brut de variation saisonnière.

Les résultats de ces calculs sont indiqués dans le tableau fig. 8.4.

Pour le mois d'avril, on trouve, d'après les chiffres du tableau 8.3 :

— coefficient apparent, en % :

$$\frac{84 + 80 + 84}{3} = 83$$

— coefficient brut, en % :

$$\frac{83}{1 - 2 \times 0,02} = 86$$

— correction en % : + 2

— coefficient net en % : 86 + 2 = 88.

On admet que la demande de tous les articles d'un même groupe homogène d'articles subit les mêmes variations saisonnières. Mais chaque article a sa propre expansion. Pour calculer le stock de protection, il faudra se servir des demandes C. V. S. (corrigées des variations saisonnières) corrigées de l'expansion et des écarts. Pour l'article étudié, les calculs sont indiqués dans le tableau fig. 8.5.

Mois	Coefficient de variation saisonnière de %			
	apparent	brut	correction	net
J	80	89	0	89
F	97	105	0	105
M	89	95	0	95
A	83	86	+ 2	88
M	106	108	+ 3	111
J	132	132	+ 4	136
J	117	115	+ 3	118
A	40	38	+ 2	40
S	109	103	0	103
0	113	105	0	105
N	117	106	0	106
D	117	104	0	104
Σ	1 200	1 186	+ 14	1 200
	Écart	− 14		

Fig. 8.4.

On voit immédiatement que les demandes C.V.S. corrigées de l'expansion et des écarts, par tranches de trois mois, sont les plus fortes autour du mois d'août de l'année A − 2 :

juin-juillet-août : 2 980
juillet-août-septembre : 2 900
août-septembre-octobre : 2 969

Avec un taux de service de 95 %, il faut pouvoir satisfaire une demande de 2 969, ce qui donne un stock de protection, exprimé en mois de consommation moyenne mensuelle de :

$$a = \frac{2\,969}{7\,592} \times 12 - 3 = 1{,}7 \text{ mois}$$

On remarque que les demandes C.V.S. du mois d'août sont anormalement élevées, en particulier la demande d'août de l'année A − 1. Il faudrait vérifier si, au cours de ces deux mois, il n'y a pas eu de besoin exceptionnel à satisfaire, correspondant au terme T de la formule de la quantité à commander; si tel était le cas, il faudrait éliminer ces besoins exceptionnels de l'historique des demandes pour faire le calcul du stock de protection, et on trouverait un stock de protection beaucoup plus faible.

Dans le tableau de calcul fig. 8.5, on a, pour le mois d'avril de l'année A − 1 par exemple, et tenant pour bons les chiffres relatifs aux mois d'août des deux années :

Mois	Demande mensuelle		Coeff. de variat. saison.	Demande mensuelle C.V.S.		Ordonnée de la droite d'expansion		Expansion relative en %		Demande C.V.S. corrigée brute de l'expansion		Répartition des écarts		Demande corrigée de l'expansion et des écarts	
	Année $A - 2$	Année $A - 1$		Année $A - 2$	Année $A - 1$	Année $A - 2$	Année $A - 1$	Année $A - 2$	Année $A - 1$	Année $A - 2$	Année $A - 1$	Année $A - 2$	Année $A - 1$	Année $A - 2$	Année $A - 1$
J	550	400	0,89	618	449	473,5	647,5	74,8	102,3	826	439	0	+ 16	826	455
F	300	900	1,05	286	857	488	662	77,1	104,6	371	819	+ 3	+ 13	374	832
M	400	800	0,95	421	842	502,5	676,5	79,4	106,9	530	788	+ 4	+ 10	534	798
A	350	550	0,88	398	625	517	691	81,7	109,2	487	572	+ 5	+ 7	492	579
M	500	850	1,11	450	766	531,5	705,5	84,0	111,5	536	687	+ 6	+ 5	542	692
J	650	400	1,36	478	294	546	720	86,3	113,7	554	259	+ 7	+ 4	561	263
J	350	600	1,18	297	508	560,5	734,5	88,5	116,0	336	438	+ 8	+ 3	344	441
A	750	550	0,40	1 875	1 375	575	749	90,8	118,3	2 065	1 162	+ 10	+ 2	2 075	1 164
S	450	900	1,03	437	874	589,5	763,5	93,1	120,6	469	725	+ 12	+ 2	481	727
O	400	800	1,05	381	762	604	778	95,4	122,9	399	620	+ 14	+ 1	413	621
N	250	900	1,06	236	849	618,5	792,5	97,7	125,2	242	678	+ 16	+ 1	258	679
D	700	450	1,04	673	433	633	807	100,0	127,5	673	340	+ 19	+ 1	692	341
Σ	5 650	8 100	—	6 550	8 634	—	—	—	—	7 488	7 527	+ 104	+ 65	7 592	7 592
		moyenne mensuelle		546	720				écart	– 104	– 65				
		moyenne annuelle		7 592											

Expansion moyenne annuelle de la demande C.V.S. : $\frac{8\,634 - 6\,550}{6\,550} = 31{,}8\ \%$

Équation de la droite d'expansion moyenne : $\frac{x - 6}{18 - 6} = \frac{y - 546}{720 - 546}$, d'où $y = 459 + 14{,}5x$

Fig. 8.5

— *demande C.V.S.* $= \dfrac{350}{0{,}88} = 398$;

— *ordonnée de la droite d'expansion :* $459 + 14{,}5 \times 4 = 517$;

— *expansion relative :* $\dfrac{517}{633} = 0{,}817$;

— *demande C.V.S. corrigée brute de l'expansion :* $\dfrac{398}{0{,}817} = 487$.

La prévision de la demande moyenne sera :

— *pour mars de l'année A :* $[459 + 14{,}5\,(24 + 3)]\ 0{,}95 = 808$
— *pour avril de l'année A :* $[459 + 14{,}5\,(24 + 4)]\ 0{,}88 = 761$
— *pour mai de l'année A :* $[459 + 14{,}5\,(24 + 5)]\ 1{,}11 = 976$

La prévision de la demande courante à satisfaire avec un taux de service de 95 % de mars à mai de l'année A sera :

$$P = \frac{808 + 761 + 976}{3}\,(3 + 1{,}7) = 3\,987$$

ESTIMATION DU RISQUE DE RUPTURE DE STOCK EN CAS DE RETARD DE LIVRAISON

Un article a une période économique p et un délai d'approvisionnement d; son stock de protection couvre a mois de consommation moyenne mensuelle prévue S. Soit Δd le retard de livraison et ΔS la variation de la consommation par rapport à la moyenne prévue pendant le temps $p + d + \Delta d$ correspondant à un réapprovisionnement.

Il n'y aura de rupture de stock que si :

$$(S + \Delta S)\,(p + d + \Delta d) > S\,(p + d + a),$$

c'est-à-dire si :

$$\frac{\Delta S}{S} > \frac{a - \Delta d}{p + d + \Delta d}$$



EXEMPLE

Le tableau fig. 8.6 donne, pour diverses valeurs de la période économique p, du délai d'approvisionnement d, du stock de protection a exprimés en mois de consommation moyenne mensuelle, et du retard de livraison Δd*, la variation relative en %* $\Delta S/S$ *de la consommation nécessaire pour qu'il y ait rupture de stock.*

On voit sur l'exemple que pour un article, les paramètres p, d et a ayant été déterminés, un léger retard de livraison conjugué avec un petit accroissement de la demande peut parfois entraîner une rupture de stock.

Mais, ce qui compte, c'est que les deux éléments se produisent en même temps. Il faut donc calculer le risque d'avoir à la fois un retard de livraison et un niveau de consommation tel qu'il en résulte une rupture de stock. Et donc, disposant d'un historique de la demande et d'un historique de délais constatés, et un taux de service ayant été fixé, il faut choisir un délai d'approvisionnement tel que le risque de retard de livraison reste compatible avec le taux de service; mais il faut aussi adopter un délai d'approvisionnement aussi réduit que possible car les prévisions de la demande sont d'autant moins sûres que le temps p + d est grand.

Le problème va être traité dans l'exemple suivant, avec deux cas d'historique de délais d'approvisionnement.

Accroissement relatif de la consommation nécessaire pour qu'un retard de livraison entraîne une rupture de stock								
p mois	*d* mois	Δ*d* mois	*a*=0,5 mois	*a*=0,6 mois	*a*=0,8 mois	*a*=1 mois	*a*=1,25 mois	*a*=1,5 mois
2	1	0,25	7,7 %	10,8 %	16,9 %	23,1 %	30,8 %	38,5 %
		0,5	0	2,9 %	8,6 %	14,3 %	21,4 %	28,6 %
		0,75	- 6,7 %	- 4,0 %	1,3 %	6,7 %	13,3 %	20,0 %
		1	- 12,5 %	- 10,0 %	- 5,0 %	0	6,3 %	12,5 %
	2	0,25	5,9 %	8,2 %	12,9 %	17,6 %	23,5 %	29,4 %
		0,5	0	2,2 %	6,7 %	11,1 %	16,7 %	22,2 %
		0,75	- 5,3 %	- 3,2 %	1,1 %	5,3 %	10,5 %	15,8 %
		1	- 10,0 %	- 8,0 %	- 4,0 %	0	5,0 %	10,0 %
6	1	0,25	3,4 %	4,8 %	7,6 %	10,3 %	13,8 %	17,2 %
		0,5	0	1,3 %	4,0 %	6,7 %	10,0 %	13,3 %
		0,75	- 3,2 %	- 1,9 %	0,6 %	3,2 %	6,5 %	9,7 %
		1	- 6,3 %	- 5,0 %	- 2,5 %	0	3,1 %	6,3 %
	2	0,25	3,0 %	4,2 %	6,7 %	9,1 %	12,1 %	15,2 %
		0,5	0	1,2 %	3,5 %	5,9 %	8,8 %	11,8 %
		0,75	- 2,9 %	- 1,7 %	0,6 %	2,9 %	5,7 %	8,6 %
		1	- 5,6 %	- 4,4 %	- 2,2 %	0	2,8 %	5,6 %

Fig. 8.6

EXEMPLE

Pour un article, les historiques de délais et de demande sont les suivants :

Historique de délais constatés		
Délai	Fréquence	
	1er cas	2e cas
2 mois	2	1
1,5 mois	4	2
1 mois	6	7
0,5 mois	3	2

Historique de la demande par demi-mois				
Mois	Année $A-2$		Année $A-1$	
	demi-mois		demi-mois	
	1	2	1	2
J	30	40	100	80
F	80	50	40	50
M	80	70	50	50
A	100	80	30	50
M	50	40	80	100
J	70	50	50	30
J	30	30	100	50
A	140	60	30	70
S	20	30	120	60
0	40	100	70	30
N	30	70	40	30
D	70	40	20	40
Σ	1 400		1 370	

La demande moyenne mensuelle est de :

$$\frac{1\,400}{12} = 117 \text{ l'année } A - 2$$

$$\frac{1\,370}{12} = 114 \text{ l'année } A - 1$$

et de 115 sur l'ensemble des deux années.

La période économique de commande est $p = 2$ mois (hypothèse). Le taux de service est fixé à 98 %.

1re hypothèse

On adopte un délai d'approvisionnement $d = 1$ mois.

La prévision P de la demande à honorer avec le taux de service fixé sera déterminée à partir de l'histogramme des demandes par tranches de $p + d = 3$ mois. Il faudra ensuite trouver la probabilité pour que la demande pendant $(p + d + \Delta d)$ mois dépasse P, avec d'une part $\Delta d = 0,5$ mois et d'autre part $\Delta d = 1$ mois.

Les histogrammes des demandes, déduits de l'historique, sont les suivants (tableau fig. 8.7).

Au taux de service de 98 % correspond un risque admis de rupture de stock de 2 %, soit, pour 43 cas, 43 × 0,02 = 1 cas. La prévision de demande à honorer est donc P = 430 et le stock de protection couvre 0,74 mois de consommation moyenne mensuelle.

Demandes par tranches de		
$p + d = 3$ mois	$p + d + \Delta d$ $= 3{,}5$ mois	$p + d + \Delta d$ $= 4$ mois
460 – 1 cas 430 – 2 420 – 2 410 – 4 400 – 3 390 – 4 380 – 3 370 – 1 360 – 5 350 – 3 340 – 2 330 – 2 320 – 2 310 – 2 300 – 1 290 – 1 280 – 1 270 – 2 250 – 1 230 – 1	510 – 1 cas 500 – 2 490 – 2 470 – 1 460 – 3 450 – 4 440 – 2 430 – 4 420 – 6 410 – 4 400 – 2 390 – 1 380 – 1 370 – 1 360 – 2 350 – 5 290 – 1	550 – 3 cas 540 – 2 530 – 5 510 – 2 500 – 1 490 – 6 480 – 3 470 – 2 460 – 1 450 – 6 440 – 4 430 – 2 420 – 1 410 – 1 400 – 2
43 cas	42 cas	41 cas

Fig. 8.7

La probabilité d'avoir une demande supérieure à 430 pendant un temps de $(p + d + \Delta d)$ mois est :

avec $\Delta d = 0{,}5$ mois : $\frac{15}{42}$

avec $\Delta d = 1$ mois : $\frac{35}{41}$

Or, d'après l'historique des délais constatés, le risque d'avoir un retard Δd est :

	1er cas	2e cas
pour $\Delta d = 0{,}5$ mois :	$\frac{4}{15}$	$\frac{2}{12}$
pour $\Delta d = 1$ mois :	$\frac{2}{15}$	$\frac{1}{12}$

Le risque résultant de rupture de stock est donc le suivant :
1er cas d'historique de délais :

$$\frac{4}{15} \times \frac{15}{42} + \frac{2}{15} \times \frac{35}{41} = 21\ \%;$$

2e cas d'historique de délais :

$$\frac{2}{12} \times \frac{15}{42} + \frac{1}{12} \times \frac{35}{41} = 13\ \%.$$

Le risque résultant est donc très élevé et il ne faut pas retenir d = 1 mois comme délai d'approvisionnement.

2e hypothèse

On adopte un délai d'approvisionnement d = 1,5 mois.

La prévision P correspondant au taux de service de 98 % est déterminée à partir de l'histogramme des demandes par tranches de (p + d) = 3,5 mois. On obtient P = 500 et le stock de protection couvre 0,85 mois de consommation moyenne mensuelle.

Le seul allongement possible du délai d'approvisionnement est $\Delta d = 0{,}5$ *mois.*

La probabilité d'avoir une demande supérieure à 500 pendant $p + d + \Delta d = 3{,}5 + 0{,}5 = 4$ *mois est de* $\frac{12}{41}$.

Le risque résultant de rupture de stock est donc le suivant :
1er cas d'historique de délais :

$$\frac{2}{15} \times \frac{12}{41} = 3{,}9\ \%;$$

2e cas d'historique de délais :

$$\frac{1}{12} \times \frac{12}{41} = 2{,}4\ \%.$$

Le risque est assez faible quoique supérieur au risque correspondant à la seule augmentation de la demande qui est de 2 % (taux de service de 98 %). Par ailleurs, le stock de protection est sensiblement supérieur à celui obtenu dans la première hypothèse.

Si on adopte comme prévision P = 510, il en résulte que :

— le risque de rupture de stock dû à la seule augmentation de la demande devient nul;

— le stock de protection augmente et atteint 0,93 mois de consommation moyenne mensuelle;

— le risque de rupture de stock suite à un allongement du délai d'approvisionnement devient :

1er cas d'historique de délais :

$$\frac{2}{15} \times \frac{10}{41} = 3{,}3\ \%\,;$$

2e cas d'historique de délais :

$$\frac{1}{12} \times \frac{10}{41} = 2{,}0\ \%.$$

On atteint alors des valeurs du risque très voisines de celles définies par le taux de service fixé.

3e hypothèse

On adopte un délai d'approvisionnement $d = 2$ mois.

La prévision est $P = 550$ et le stock de protection couvre 0,78 mois de consommation moyenne mensuelle pour un taux de service de 100 %, tandis que le risque de rupture de stock par allongement du délai de livraison devient nul.

Conclusion

Les résultats obtenus dans les trois hypothèses de délai d'approvisionnement sont regroupés dans le tableau suivant (fig. 8.8).

	Délai d'approvisionnement adopté		
	1 mois	1,5 mois	2 mois
Stock de protection en mois de consommation moyenne mensuelle	0,74	0,85	0,78
Risque de rupture de stock par :			
• augmentation de la demande	2 %	2 %	0
• allongement du délai (2e cas d'historique)	13 %	2,4 %	0

Il faut donc, pour cet article, adopter un délai de 2 mois.

STOCK CRITIQUE ET RISQUE DE RUPTURE DE STOCK

A la date du calcul de la quantité à commander (date de la première commande à compter de ce jour), le stock est M, et, en admettant qu'à cette date, il ne reste rien à livrer sur une commande antérieure ($C = 0$)

et qu'il n'y a pas de besoins pour travaux programmés s'ajoutant aux besoins courants ($T = 0$), la quantité à commander est :

$$Q = P - M = S\,(p + d + a) - M,$$

avec

P : prévision de besoins courants pendant $(p + d)$ mois correspondant au taux de service admis (demande maximale prévue à satisfaire),

p : période économique de commande,

d : délai d'approvisionnement,

S : demande moyenne mensuelle prévue,

a : nombre de mois de consommation moyenne mensuelle prévue couverts par le stock de protection.

Le graphique de la figure 8.9. montre l'évolution du stock dans deux hypothèses de demande :

— demande égale à la demande moyenne ; dans ce cas, le stock lors de la deuxième commande est égal au stock critique $S\,(d + a)$, et le stock à la livraison de cette deuxième commande est égal au stock de protection ;

— demande égale à la demande maximale prévue à satisfaire ; dans ce cas, le stock lors de la deuxième commande est inférieur au stock critique et le stock à la livraison de cette deuxième commande est nul.

On voit sur ce graphique que, si à partir de la date de la première commande, la demande est supérieure à la moyenne prévue, le stock, lors de la deuxième commande, sera inférieur au stock critique. Et que, réciproquement, si le stock devient inférieur au stock critique avant la date de la deuxième commande, il est probable que le stock de protection sera entamé ; ceci n'est pas alarmant en soi, si l'on est certain que la demande restera inférieure ou au plus égale à la demande maximale prévue.

Mais l'avenir est toujours incertain ; la prévision de besoins est faite à partir d'un échantillon, somme toute réduit, et dont on n'est pas assuré qu'il soit représentatif des besoins futurs. Aussi est-il bon de faire une estimation du risque de rupture de stock encouru si le stock devient inférieur au stock critique avant la date prévue au calendrier pour passer une commande.

Autrement dit, une commande de la quantité Q ayant été passée, il faut chercher la probabilité pour qu'une demande supérieure à Sp au cours des premiers $p' \leq p$ mois soit suivie d'une demande supérieure à $S\,(d + a)$ au cours des $(p + d - p')$ mois suivants à l'issue desquels interviendra la livraison de la commande suivante.

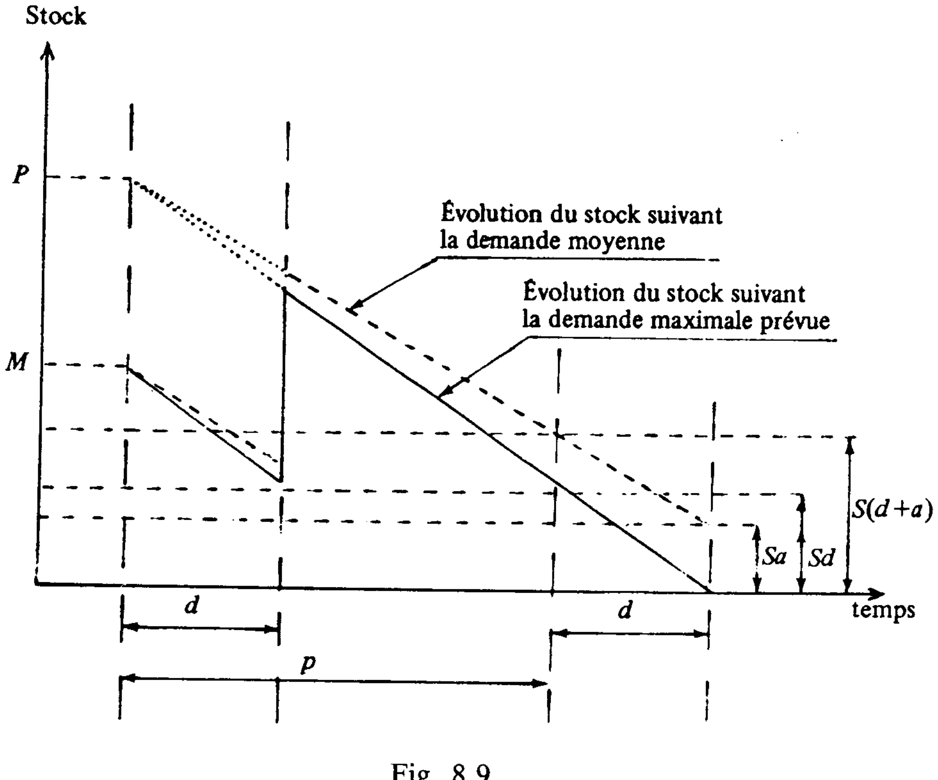


Fig. 8.9

Si la probabilité ainsi estimée est faible, il n'y a pas lieu de s'inquiéter ; en effet, le risque de rupture de stock a été admis dès lors qu'un taux de service a été fixé. Mais si cette probabilité est nettement plus forte que celle correspondant au taux de service, il faut passer une commande dès que le stock critique $S\,(d + a)$ et atteint, sans attendre la prochaine date de commande prévue au calendrier.

Ce faisant, on remet, au moins partiellement, en cause la validité de l'hypothèse, faite pour fixer la prévision P et le stock de protection, selon laquelle la demande au cours des $(p + d)$ mois à venir est l'une de celles constatées dans le passé ; cette hypothèse est en fait remplacée par celle d'une demande au cours de $p' < p$ mois, égale à une des demandes constatées pendant des tranches de p' mois, suivie d'une autre demande au cours de $(p + d - p')$ mois égale à une des demandes constatées pendant des tranches de $(p + d - p')$ mois.

La méthode proposée est explicitée dans l'exemple chiffré suivant.

EXEMPLE

Données

On reprend l'article à propos duquel le cas des retards de livraison a été étudié. Sa période économique de commande est p = 2 mois et son délai d'approvisionnement est d = 1 mois. Mais, pour l'étude du risque de rupture de stock si le stock critique est atteint avant la date de la prochaine commande, il faut connaître les demandes constatées dans le passé, sinon au jour le jour, du moins par quarts de mois. Ces demandes par quarts de mois sont données par le tableau fig. 8.10. Les demandes annuelles sont de 1 400 pour l'année A − 2 et de 1 370 pour l'année A − 1, ce qui donne une demande moyenne mensuelle S = 115. Le taux de service est toujours fixé à 98 %.

Calculs

1. Prévision de demande maximale à satisfaire

Il faut dresser l'histogramme des demandes par tranches de p + d = 3 mois. Cet histogramme est le suivant :

470 − 2 cas	380 − 4 cas	310 − 3 cas
460 − 1	370 − 7	300 − 1
430 − 6	360 − 10	290 − 2
420 − 1	350 − 5	280 − 3
410 − 4	340 − 4	270 − 2
400 − 8	330 − 7	250 − 1
390 − 7	320 − 5	240 − 1
		230 − 1
		Total : 85 cas

Au taux de service de 98 % correspond la prévision de demande maximale en p + d = 3 mois à satisfaire : P = 460, et le stock de protection couvre $a = \frac{460}{115} - 3 = 1$ *mois de consommation moyenne mensuelle.*

Notons au passage qu'au paragraphe précédent, en ne connaissant les demandes que par demi-mois et non par quarts de mois, la prévision de demande calculée n'était que de 430 et le stock de protection ne couvrait que 0,74 mois de consommation moyenne mensuelle. Ceci illustre bien le fait que, en gestion des stocks, les paramètres fondamentaux, même ceux que l'on peut considérer comme les plus sûrs, sont assez mal connus.

2. Détermination des cas où le stock critique est atteint

Il faut chercher les cas où une demande D supérieure ou égale à Sp = 230 est atteinte en un temps p' inférieur ou égal à p = 2 mois = 8 quarts de mois. Puis à chacun de ces cas, il faudra associer les cas où une demande égale ou supérieure à 460 − D est atteinte en un temps inférieur ou égal à p + d − p' = 12 − p' quarts de mois :

Ainsi, à p' = 8, il faudra associer 12 − p' = 4
à p' = 7, il faudra associer 12 − p' = 5
à p' = 6, il faudra associer 12 − p' = 6

Et comme on peut constater immédiatement sur le tableau des demandes fig. 8.10 qu'il n'existe aucun cas où une demande ≥ 230 est atteinte en 3 quarts de mois, il suffit pour traiter le problème de dresser la liste des demandes par tranches de 4, 5, 6, 7 et 8 quarts de mois. Les divers cas de demandes pour chacune de ces tranches sont donnés par le tableau fig. 8.11.

a) Cas où D ≥ 230 en p' = 4 quarts de mois : il n'existe aucun cas.

b) Cas où D ≥ 230 en p' = 5 quarts de mois : il n'existe aucun cas.

c) Cas où D ≥ 230 en p' = 6 quarts de mois :

tranche n° 8 :	*D = 230*	*n° 26 :*	*D = 230*	*n° 65 :*	*D = 230*
9 :	*250*	*27 :*	*230*	*78 :*	*230*
10 :	*250*	*28 :*	*230*	*79 :*	*250*
11 :	*250*	*46 :*	*230*	*80 :*	*240*
12 :	*250*	*50 :*	*230*	*81 :*	*250*
13 :	*230*	*63 :*	*230*	*82 :*	*240*

Soit, sur 91 cas de demandes pendant 6 quarts de mois :

- *6 cas de demandes de 250 : tranches 9 à 12, 79, 81;*
- *2 cas de demandes de 240 : tranches 80 et 82;*
- *10 cas de demandes de 230 : tranches 8, 13, 26 à 28, 46, 50, 63, 65, 78 et donc 18 cas.*

Mois	Demandes par quarts de mois							
	Année *A* − 2				Année *A* − 1			
	Quarts de mois				Quarts de mois			
	1	2	3	4	1	2	3	4
J	20	10	10	40	30	70	50	30
F	20	60	30	20	20	20	40	10
M	50	30	30	40	20	30	10	40
A	60	40	50	30	10	20	40	10
M	30	20	30	10	70	10	50	50
J	30	40	20	30	30	20	10	20
J	10	20	10	20	40	60	20	30
A	90	50	40	20	30	0	50	20
S	10	10	20	10	30	90	40	20
O	30	10	70	30	40	30	20	10
N	20	10	40	30	20	20	10	10
D	30	40	30	10	10	10	30	10

Fig. 8.10

n° du premier quart de mois considéré	Demandes par tranches de *n* quarts de mois				
	$n=4$	$n=5$	$n=6$	$n=7$	$n=8$
1	80	100	160	190	210
2	80	140	170	190	240
3	130	160	180	230	260
4	150	170	220	250	280
5	130	180	210	240	280
6	160	190	220	260	320
7	130	160	200	260	300
8	130	170	230	270	320
9	150	210	250	300	330
10	160	200	250	280	310
11	170	220	250	280	300
12	190	220	250	270	300
13	180	210	230	260	270
14	150	170	200	210	240
15	130	160	170	200	240
16	110	120	150	190	210
17	90	120	160	180	210
18	90	130	150	180	190
19	110	130	160	170	190
20	100	130	140	160	170
21	120	130	150	160	180
22	100	120	130	150	240
23	80	90	110	200	250
24	70	90	180	230	270
25	60	150	200	240	260
26	140	190	230	250	260
27	170	210	230	240	250
28	200	220	230	240	260
29	200	210	220	240	250
30	120	130	150	160	190
31	80	100	110	140	150
32	60	70	100	110	180
33	50	80	90	160	190
34	70	80	150	180	200
35	70	140	170	190	200
36	120	150	170	180	220
37	140	160	170	210	240
38	130	140	180	210	240
39	130	170	200	230	270
40	100	130	160	200	230
41	100	130	170	200	210
42	110	150	180	190	220
43	140	170	180	210	280
44	130	140	170	240	290
45	110	140	210	260	290
46	110	180	230	260	280
47	140	190	220	240	260
48	160	190	210	230	270

n° du premier quart de mois considéré	Demandes par tranches de *n* quarts de mois				
	$n=4$	$n=5$	$n=6$	$n=7$	$n=8$
49	180	200	220	260	270
50	170	190	230	240	260
51	120	160	170	190	220
52	110	120	140	170	180
53	90	110	140	150	190
54	90	120	130	170	180
55	100	110	150	160	180
56	70	110	120	140	180
57	100	110	130	170	180
58	90	110	150	160	230
59	80	120	130	200	210
60	110	120	190	200	250
61	80	150	160	210	260
62	140	150	200	250	280
63	130	180	230	260	280
64	140	190	220	240	250
65	180	210	230	240	260
66	140	160	170	190	230
67	150	160	180	220	280
68	110	130	170	230	250
69	80	120	180	200	230
70	90	150	170	200	230
71	130	150	180	210	210
72	140	170	200	200	250
73	150	180	180	230	250
74	140	140	190	210	240
75	80	130	150	180	270
76	110	130	160	250	290
77	100	130	220	260	280
78	100	190	230	250	290
79	190	230	250	290	320
80	180	200	240	270	290
81	180	220	250	270	280
82	190	220	240	250	270
83	130	150	160	180	200
84	110	120	140	160	180
85	100	120	140	160	170
86	80	100	120	130	140
87	70	90	100	110	120
88	60	80	90	100	130
89	60	80	90	120	130
90	50	70	100	110	—
91	40	80	90	—	—
92	60	70	—	—	—
93	60	—	—	—	—

Fig. 8.11

A ces divers cas, il faut associer les cas où la demande pendant 12 − 6 = 6 quarts de mois est supérieure à 460 − D :

• demande > 460 − 250 = 210 : il s'agit des tranches n° 4, 6, 8 à 13, 26 à 29, 46, 47, 49, 50, 63 à 65, 77 à 82, soit 24 cas.

Mais, parmi les 6 tranches de demandes de 250, certaines ne peuvent pas être associées à certaines des 24 tranches de demandes supérieures à 210 avec lesquelles elles ont au moins un quart de mois commun. C'est ainsi que :

la tranche	*9*	*ne peut être associée aux tranches*	*4 à 14*
"	*10*	"	*5 à 15*
"	*11*	"	*6 à 16*
"	*12*	"	*7 à 17*
"	*79*	"	*74 à 84*
"	*81*	"	*76 à 86*

Ces incompatibilités, dans l'association des 6 cas de demandes de 250 aux 24 cas de demande supérieure à 210, interdisent les couples suivants :

tranche	*9*	*avec tranches*	*4, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13,*	*soit 8 cas*
"	*10*	"	*6, 8, 9, 10, 11, 12, 13,*	*soit 7 cas*
"	*11*	"	*6, 8, 9, 10, 11, 12, 13,*	*soit 7 cas*
"	*12*	"	*8, 9, 10, 11, 12, 13,*	*soit 6 cas*
"	*79*	"	*77, 78, 79, 80, 81, 82,*	*soit 6 cas*
"	*81*	"	*77, 78, 79, 80, 81, 82,*	*soit 6 cas*

soit au total 40 cas.

Pour trouver la probabilité pour que l'événement se produise, il faut rapporter le nombre de cas trouvés, soit 6 × 24 − 40 = 104, au nombre de cas possibles d'association de deux tranches qui doivent être indépendantes, c'est-à-dire n'avoir aucun quart de mois en commun. Il est facile de voir que les tranches 1 et 91 ont au moins un quart de mois en commun avec 6 tranches, les tranches 2 et 90 en ont avec 7 tranches, les tranches 3 et 89 en ont avec 8, les tranches 4 et 88 en ont avec 9, les tranches 5 et 87 en ont avec 10, et les 91 − 10 = 81 autres tranches en ont avec 11. Le nombre possible d'associations de tranches indépendantes est donc de :

$$91 \times 91 - 2\,(6 + 7 + 8 + 9 + 10) - 81 \times 11 = 7\,310$$

Il en résulte que la probabilité d'avoir une demande de 250 en 6 quarts de mois suivie d'une demande supérieure à 460 − 250 = 210 en 6 quarts de mois est :

$$\frac{104}{7\,310} = 1{,}4\ \%$$

• demande > 460 − 240 = 220. Il s'agit des tranches n° 8 à 13, 26 à 28, 46, 50, 63, 65, 78 à 82, soit 18 cas.

De la même manière, après élimination des incompatibilités, la probabilité d'avoir une demande de 240 en 6 quarts de mois suivie d'une demande supérieure à 460 − 240 = 220 en 6 quarts de mois est :

$$\frac{2 \times 18 \times 10}{7\,310} = 0{,}4\ \%$$

• *demande > 460 − 230 = 230. Il s'agit des tranches n° 9 à 12, 79 à 82, soit 8 cas.*

Après élimination des incompatibilités, la probabilité d'avoir une demande de 230 en 6 quarts de mois suivie d'une demande supérieure à 460 − 230 = 230 en 6 quarts de mois est :

$$\frac{10 \times 6 - 8}{7\,310} = 0{,}7\ \%$$

Au total, la probabilité de rupture de stock par demande supérieure ou égale à 230 en 6 quarts de mois avant la date prévue pour passer une nouvelle commande est :

$$\frac{104 + 26 + 52}{7\,310} = 2{,}5\ \%$$

d) Cas où D ≥ 230 en p' = 7 quarts de mois

Dans le décompte de ces cas, il faut éliminer tous ceux où D ≥ 230 est atteint en p' = 6 quarts de mois car ils ont déjà été décomptés.

Il reste les tranches suivantes :

n° 3 : D =	*230*	*25 : D =*	*240*	*49 : D =*	*260*
4 :	*250*	*29 :*	*240*	*62 :*	*250*
5 :	*240*	*39 :*	*230*	*64 :*	*240*
6 :	*260*	*44 :*	*240*	*68 :*	*230*
7 :	*260*	*45 :*	*260*	*73 :*	*230*
24 :	*230*	*47 :*	*240*	*76 :*	*250*
		48 :	*230*	*77 :*	*260*

soit, 5 cas de demande de 260 : tranches 6, 7, 45, 49, 77;
3 cas de demande de 250 : tranches 4, 62, 76;
6 cas de demande de 240 : tranches 5, 25, 29, 44, 47, 64;
6 cas de demande de 230 : tranches 3, 24, 39, 48, 68, 73.

A ces divers cas, il faut associer les cas où la demande pendant 12 − 7 = 5 quarts de mois est supérieure à 460 − D.

• *demande > 460 − 260 = 200 en 5 quarts de mois; il s'agit des tranches 9, 11, 12, 13, 27, 28, 29, 65, 79, 81, 82, soit 11 cas.*

Or, la tranche 6 ne peut pas être associée à la trache 9
" 7 " 11
" 77 " 79 et 81,

ce qui donne 4 cas d'incompatibilité sur les 5 × 11 = 55 théoriques. D'autre part, de la même manière que précédemment, on trouve que le nombre possible d'associations de tranches de 7 quarts de mois et des tranches de 5 quarts de mois qui en sont indépendantes est :

$$90 \times 92 - 2\,(7 + 8 + 9 + 10) - 82 \times 11 = 7\,312$$

La probabilité d'avoir une demande de 260 en 7 quarts de mois suivie d'une demande supérieure à 460 − 260 = 200 en 5 quarts de mois est, après les diverses éliminations :

$$\frac{55 - 4}{7\,312} = 0{,}7\ \%$$

• demande > 460 − 250 = 210 en 5 quarts de mois; il s'agit des tranches 11, 12, 28, 79, 81, 82, soit 6 cas.

Or la tranche 76 ne peut pas être associée aux tranches 79, 81, 82, soit 3 cas d'incompatibilité sur les 3 × 6 = 18 théoriques.

La probabilité d'avoir une demande de 250 en 7 quarts de mois suivie d'une demande supérieure à 460 − 250 = 210 en 5 quarts de mois est :

$$\frac{18 - 3}{7\,312} = 0{,}2\ \%$$

• demande > 460 − 240 = 220 en 5 quarts de mois; il s'agit de la tranche 79, soit 1 cas.

La probabilité d'avoir une demande de 240 en 7 quarts de mois suivie d'une demande supérieure à 220 en 5 quarts de mois est :

$$\frac{6 \times 1}{7\,312} = 0{,}1\ \%$$

• demande > 460 − 230 = 230 en 5 quarts de mois; il n'y a aucun cas.

Au total, la probabilité de rupture de stock par demande supérieure ou égale à 230 en 7 quarts de mois avant la date prévue pour passer une nouvelle commande est $\frac{51 + 15 + 6}{7\,312} = 1{,}0\ \%$.

e) Cas où D ≥ 230 en p' = p = 8 quarts de mois.

Après élimination des cas où D > 230 est atteint en 6 ou 7 quarts de mois, il reste les tranches suivantes :

n° 2 :	D = 240	38 :	D = 240	66 :	D = 230
14 :	240	40 :	230	67 :	280
15 :	240	43 :	280	69 :	230
22 .	240	58 :	230	70 :	230
23 :	250	60 :	250	72 :	250
37 :	240	61 :	260	74 :	240
				75 :	270

soit, 2 cas de demande de 280 : tranches 43 et 67;
1 cas de demande de 270 : tranche 75;
1 cas de demande de 260 : tranche 61;
3 cas de demande de 250 : tranches 23, 60 et 72;
7 cas de demande de 240 : tranches 2, 14, 15, 22, 37, 38, 74;
5 cas de demande de 230 : tranches 40, 58, 66, 69, 70.

A ces divers cas, il faut associer les cas où la demande pendant 12 − 8 = 4 quarts de mois est supérieure à 460 − D.

• demande > 460 − 280 = 180 en 4 quarts de mois; il s'agit des tranches 12, 28, 29, 79, 82, soit 5 cas.

Le nombre possible d'associations de tranches de 8 quarts de mois et des tranches de 4 quarts de mois qui en sont indépendantes est :

$$89 \times 93 - 2\,(8 + 9 + 10) - 83 \times 11 = 7\,310$$

La probabilité d'avoir une demande de 280 en 8 quarts de mois suivie d'une demande supérieure à 460 − 280 = 180 en 4 quarts de mois est, après les diverses éliminations :

$$\frac{2 \times 5}{7\,310} = 0{,}1\ \%$$

• *demande > 460 − 270 = 190 en 4 quarts de mois; il s'agit des tranches 28 et 29, soit 2 cas.*

La probabilité d'avoir une demande de 270 en 8 quarts de mois suivie d'une demande supérieure à 460 − 270 = 190 en 4 quarts de mois est :

$$\frac{1 \times 2}{7\,310} < 0{,}1\ \%$$

• *demande > 460 − 260 = 200 en 4 quarts de mois : il n'y a aucun cas.*

• *au total, la probabilité de rupture de stock par demande supérieure ou égale à 230 en 8 quarts de mois est :*

$$\frac{10 + 2}{7\,310} = 0{,}2\ \%$$

Conclusion

1. Si on ne prend aucune disposition visant à éviter une rupture de stock, la probabilité pour que celle-ci se produise est :

$$2{,}5\ \% + 1{,}0\ \% + 0{,}2\ \% = 3{,}7\ \%$$

à comparer à la probabilité admise de 2 % correspondant au taux de service de 98 %.

Si, lorsque le stock critique est atteint 2 quarts de mois avant la date prévue pour passer une nouvelle commande, on passe immédiatement commande, sans attendre cette date, la probabilité de rupture de stock n'est plus que :

$$1{,}0\ \% + 0{,}2\ \% = 1{,}2\ \%$$

inférieure à la probabilité admise de 2 %.

Il faudrait donc pour cet article, lorsque le stock critique est atteint 2 quarts de mois avant la date de commande prévue au calendrier, passer immédiatement une commande sans attendre cette date. Cela arrivera, statistiquement, 18 fois en 91 × 2 = 182 mois, c'est-à-dire environ une fois tous les 10 mois; autrement dit, une commande sur cinq devra être passée hors calendrier.

2. On peut aussi, chaque fois que le stock critique est atteint, examiner le risque de rupture de stock, compte tenu des circonstances dans lesquelles cet événement se produit. On trouve alors les résultats suivants, en se référant aux calculs faits précédemment.

— Stock critique atteint 2 quarts de mois avant la prochaine commande.

	Demande en 6 quarts de mois ayant fait atteindre le stock critique		
	environ 250	environ 240	environ 230
Nombre de demandes possibles pendant les 6 quarts de mois à venir	91 − 11 = 80	91 − 11 = 80	91 − 11 = 80
Nombre de demandes entraînant une rupture de stock	$\frac{104}{6}$	$\frac{25}{2} = 13$	$\frac{52}{10}$
Risque de rupture de stock	$\frac{104}{6 \times 80} = 21{,}7\ \%$ fort	$\frac{13}{80} = 16{,}3\ \%$ moyen	$\frac{52}{10 \times 80} = 6{,}5\ \%$ faible

— Stock critique atteint 1 quart de mois avant la prochaine commande.

	Demande en 7 quarts de mois ayant fait atteindre le stock critique			
	environ 260	environ 250	environ 240	environ 230
Nombre de demandes possibles pendant les 5 quarts de mois à venir	92 − 11 = 81	92 − 11 = 81	92 − 11 = 81	92 − 11 = 81
Nombre de demandes entraînant une rupture de stock	$\frac{51}{5}$	$\frac{17}{3}$	$\frac{6}{6} = 1$	0
Risque de rupture de stock	$\frac{51}{5 \times 81} =$ 12,6 % moyen	$\frac{17}{3 \times 81} =$ 7,0 % faible	$\frac{1}{81} = 1{,}2\ \%$ très faible	0 nul

— Si l'on n'a pas tenu compte du risque faible avec un stock critique atteint 2 quarts de mois avant la prochaine commande, les résultats pou run stock critique atteint 1 quart de mois avant la prochaine commande sont, sans reproduire tout le détail des calculs :

	Demande en 7 quarts de mois ayant fait atteindre le stock critique				
	environ 270	environ 260	environ 250	environ 240	environ 230
Nombre de demandes possibles pendant les 5 quarts de mois à venir	92 − 11 = 81	81	81	81	81
Nombre de demandes entraînant une rupture de stock	1x14−5= 9	8x11−10= 78	5x6−7= 23	9x1=9	0
Risque de rupture de stock	$\frac{9}{81}$ = 11,1 % moyen	$\frac{78}{8 \times 81}$ = 12,0 % moyen	$\frac{23}{5 \times 81}$ = 5,7 % faible	$\frac{9}{9 \times 81}$ = 1,2 % très faible	0 nul

On dispose ainsi d'un moyen permettant d'estimer, chaque fois qu'un stock critique est atteint, le risque pris si on ne passe pas immédiatement une commande, sans attendre la prochaine date de commande prévue au calendrier d'approvisionnement.

PRIX UNITAIRE VARIANT SELON LA QUANTITÉ LIVRÉE. CALCUL COMPLET

On a vu au chapitre 2 que la détermination de la période de commande fait intervenir, lorsque le prix unitaire d'achat varie avec la quantité commandée à chaque commande, la valeur du stock de protection. Mais on a vu aussi, dans ce même chapitre, que l'estimation du stock de protection fait intervenir la valeur de la période de commande.

Lorsque l'on dispose de moyens, notamment informatiques, suffisants, il faut, dans le cas où le prix unitaire d'achat n'est pas indépendant de la quantité commandée, faire un calcul complet, article par article, de la période de commande à retenir, en cherchant, pour chacune des valeurs possibles de celle-ci, la valeur du stock de protection. On obtient ainsi un résultat plus adapté au cas particulier de chaque article que celui qu'on obtiendrait en utilisant la méthode simplifiée

exposée au chapitre 4 qui consiste à estimer que le stock de protection est égal à $S\sqrt{p}$.

Enfin, il faut noter que, si seuls un petit nombre d'articles voient leurs prix unitaires varier avec les quantités livrées, il faut faire les calculs en prenant en compte le coût d'une commande marginale (et non le coût moyen) et le taux des frais de possession d'un stock marginal (et non le taux calculé sur la valeur du stock global moyen).

EXEMPLE

Les frais de passation d'une commande d'un article sont de 95 F *(coût moyen), alors que le coût d'une commande marginale est de 20* F *(imprimés, papier, enveloppes, affranchissements); le taux des frais de possession du stock sont de 40 %, alors que pour un stock marginal, il est de 18 % (charges financières, obsolescence, assurances).*

Les demandes mensuelles de l'article ont été les suivantes :

	janv.	fév.	mars	avr.	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.
Année 1	80	70	110	100	110	90	80	120	100	130	110	100
Année 2	120	130	50	70	120	100	90	70	100	80	140	140

Le délai d'approvisionnement est d = 1 mois. Le taux de service désiré est de 95 %. Le prix unitaire proposé par le fournisseur, fonction de la quantité commandée, est donné par le tableau suivant :

Quantité commandée Q	Prix unitaire F
$Q < 150$	20,5
$150 \leq Q < 250$	20
$250 \leq Q < 500$	19,75
$500 \leq Q < 1\,000$	19,50
$Q \geq 1\,000$	18

On remarque que les demandes ne présentent aucun caractère saisonnier, qu'en moyenne, elles sont stables (la demande annuelle est de 1 200 la première année et de 1 210 la deuxième année) et qu'elles sont relativement régulières (minimum : 50, maximum : 140) autour d'une moyenne mensuelle égale à 100.

Calcul du stock de protection

a) $p = 1$ *mois;* $p + d = 2$ *mois*

Les demandes pendant des tranches de 2 mois consécutifs sont les suivantes.

	janv. fév.	fév. mars	mars avril	avr. mai	mai juin	juin juil.	juil. août	août sept.	sept. oct.	oct. nov.	nov. déc.	déc. janv.
Année 1	150	180	210	210	200	170	200	220	230	240	210	210
Année 2	250	180	120	190	220	190	160	170	180	220	280	-

Il y a 23 cas donnant $\frac{5}{100} \times 23 = 1$ *cas de rupture de stock admis.*

Les demandes les plus fortes constatées sont 280 (une fois) et 250 (une fois); on en déduit que le stock de protection doit être égal à : $250 - 100 \times 2 = 50.$

b) $p = 2$ *mois;* $p + d = 3$ *mois*

Les demandes pendant des tranches de 3 mois consécutifs sont les suivantes :

	janv. fév. mars	fév. mars avr.	mars avr. mai	avr. mai juin	mai juin juil.	juin juil. août	juil. août sept.	août sept. oct.	sept. oct. nov.	oct. nov. déc.	nov. déc. janv.	déc. janv. fév.
Année 1	260	280	320	300	280	290	300	350	340	340	330	350
Année 2	300	250	240	290	310	260	260	250	320	360	-	-

Il y a 22 cas donnant $\frac{5}{100} \times 22 = 1$ *cas de rupture de stock admis.*
Les demandes les plus fortes sont 360 (une fois) et 350 (deux fois); on en déduit que le stock de protection doit être égal à : $350 - 100 \times 3 = 50.$

c) $p = 3$ *mois;* $p + d = 4$ *mois*

Les demandes pendant des tranches de 4 mois consécutifs sont les suivantes :

	janv. à avr.	fév. à mai	mars à juin	avr. à juil.	mai à août	juin à sept.	juil. à oct.	août à nov.	sept. à déc.	oct. à janv.	nov. à fév.	déc. à mars
Année 1	360	390	410	380	400	390	430	460	440	460	460	400
Année 2	370	370	340	380	380	360	340	390	460	-	-	-

Il y a 21 cas donnant $\frac{5}{100} \times 21 = 1$ *cas de rupture de stock admis.*
Les demandes les plus fortes sont 460 (quatre fois) et 440 (une fois); on en déduit que le stock de protection doit être égal à : $460 - 100 \times 4 = 60.$

d) $p = 6$ *mois;* $p + d = 7$ *mois*

Les demandes pendant des tranches de 7 mois consécutifs sont les suivantes :

	janv. à juil.	fév. à août	mars à sept.	avr. à oct.	mai à nov.	juin à déc.	juil. à janv.	août à fév.	sept. à mars	oct. à avr.	nov. à mai	déc. à juin
Année 1	640	680	710	730	740	730	760	810	740	710	700	690
Année 2	680	630	600	630	700	720	-	-	-	-	-	-

Il y a 18 cas donnant $\frac{5}{100} \times 18 = 1$ *cas de rupture de stock admis.*
Les demandes les plus fortes sont 810 (une fois) et 760 (une fois) ; on en déduit que le stock de protection doit être égal à :
$760 - 100 \times 7 = 60.$

e) $p = 12$ *mois;* $p + d = 13$ *mois.*

Les demandes pendant des tranches de 13 mois consécutifs sont les suivantes :

janv. à janv.	fév. à fév.	mars à mars	avr. à avr.	mai à mai	juin à juin	juil. à juil.	août à août	sept. à sept.	oct. à oct.	nov. à nov.	déc. à déc.
1 320	1 370	1 350	1 310	1 330	1 320	1 320	1 310	1 290	1 270	1 280	1 310

Il y a 12 cas donnant $\frac{5}{100} \times 12 = 1$ *cas de rupture de stock admis.*
Les demandes les plus fortes sont 1 370 (une fois) et 1 350 (une fois) ; on en déduit que le stock de protection doit être égal à :
$1350 - 100 \times 13 = 50.$

Détermination de la période de commande.

Les tableaux des figures 8.12 à 8.14 (p. 212) donnent les calculs dans les trois hypothèses suivantes :

— fig. 8.12. Méthode simplifiée;
— fig. 8.13. Méthode complète avec coûts moyens;
— fig. 8.14. Méthode complète avec coûts marginaux.

On constate que, pour l'article étudié :

— la méthode simplifiée conduit à adopter une période de commande de 3 mois,
— la méthode complète avec coûts moyens conduit à adopter une période de commande de 2 ou 3 mois,
— la méthode complète avec coûts marginaux conduit à adopter une période de commande de 12 mois.

◆ Cas des commandes d'une quantité fixe à date variable

Le stock de protection, K, se déduit de l'historique des demandes pendant d mois ; il est donc indépendant des quantités commandées Q et du prix unitaire u de l'article étudié.

Avec les notations habituelles, le nombre de commandes passées dans l'année est $\frac{V}{Q}$, et, en supposant la demande parfaitement régulière, régulière, le stock moyen est $\frac{Q}{2} + K$.

Le coût total annuel de l'article (coût d'achat plus frais de passation de commandes et frais de possession du stock) est ainsi égal à :

$$F = Vu + \frac{Vf}{Q} + \left(\frac{Q}{2} + K\right)uz$$

A l'intérieur d'une plage de prix constant, F n'est fonction que de la quantité commandée Q. Le sens de variation de F est donné par le signe de la dérivée :

$$F' = -\frac{Vf}{Q^2} + \frac{uz}{2} = \frac{uz}{2Q^2}\left(Q + \sqrt{\frac{2Vf}{uz}}\right)\left(Q - \sqrt{\frac{2Vf}{uz}}\right)$$

Seule la racine positive est intéressante (la quantité commandée ne pouvant pas être négative). Il faut calculer la valeur de cette racine pour chaque plage de prix constant et comparer cette valeur aux bornes de la plage :

— si $\sqrt{\frac{2Vf}{uz}}$ est plus grand que la borne supérieure de la plage, pour toutes les valeurs possibles de Q, à l'intérieur de la plage, F' est négatif, donc F est décroissant et il faut retenir pour Q la borne supérieure de la plage ;

— si $\sqrt{\frac{2Vf}{uz}}$ est à l'intérieur de la plage, F est négatif pour les valeurs de Q inférieures à $\sqrt{\frac{2Vf}{uz}}$ et positif pour les valeurs supérieures ; il faut donc retenir la valeur $Q = \sqrt{\frac{2Vf}{uz}}$

— si $\sqrt{\frac{2Vf}{uz}}$ est plus petit que la borne inférieure de la plage, pour toutes les valeurs possibles de Q, à l'intérieur de la plage, F' est positif, donc F est croissant et il faut retenir pour Q la borne inférieure de la plage.

Il suffit ensuite de calculer le coût total F pour chacune des valeurs de Q ainsi retenues pour trouver le minimum minimorum de F et en déduire la quantité à commander.

EXEMPLE

Reprenant l'article précédemment étudié, les demandes par tranche de $d = 1$ *mois sont les demandes mensuelles; il y a 24 cas donnant* $\frac{5}{100} \times 24 = 1$ *cas de rupture de stock admis. Les demandes les plus fortes constatées sont 140 (deux fois) et 130 (deux fois); on en déduit que le stock de protection doit être égal à :* $140 - 100 \times 1 = 40$.

En prenant les valeurs moyennes $f = 95$ F *et* $z = 40$ %*, les valeurs de* $\sqrt{\frac{2Vf}{uz}}$ *pour chaque plage de prix sont données par le tableau suivant qui indique aussi le sens de variation de F et la valeur à retenir pour Q.*

Plage	u F	$\sqrt{\frac{2Vf}{uz}}$	Sens de variation de F	Valeur de Q à retenir
[0,150[	20,5	$\sqrt{\frac{2 \times 1200 \times 95}{20{,}5 \times 0{,}4}} = 167$	↘	149
[150,250[	20	$\sqrt{\frac{2 \times 1200 \times 95}{20 \times 0{,}4}} = 169$	↘ ↗	169
[250,500[	19,75	$\sqrt{\frac{2 \times 1200 \times 95}{19{,}75 \times 0{,}4}} = 170$	↗	250
[500,1 000[	19,5	$\sqrt{\frac{2 \times 1200 \times 95}{19{,}5 \times 0{,}4}} = 171$	↗	500
[1 000,+ ∞[	18	$\sqrt{\frac{2 \times 1200 \times 95}{18 \times 0{,}4}} = 178$	↗	1 000

En prenant les valeurs marginales $f = 20$ F et $z = 18$ %, le tableau devient :

Plage	u F	$\sqrt{\frac{2Vf}{uz}}$	Sens de variation de F	Valeur de Q à retenir
[0,150[	20,5	$\sqrt{\frac{2 \times 1200 \times 20}{20,5 \times 0,18}} = 114$	↘ ↗	114
[150,250[	20	$\sqrt{\frac{2 \times 1200 \times 20}{20 \times 0,18}} = 115$	↗	150
[250,500[	19,75	$\sqrt{\frac{2 \times 1200 \times 20}{19,75 \times 0,18}} = 116$	↗	250
[500,1 000[	19,5	$\sqrt{\frac{2 \times 1200 \times 20}{19,5 \times 0,18}} = 117$	↗	500
[1 000,+ ∞[	18	$\sqrt{\frac{2 \times 1200 \times 20}{18 \times 0,18}} = 122$	↗	1 000

Dans chacune de ces deux hypothèses (coûts moyens et marginaux de f et de z), les diverses valeurs du coût total sont données par les tableaux des figures 8.15 (coûts moyens) et 8.16 (coûts marginaux).

On constate que, dans la première hypothèse, il faut passer des commandes de 250 unités et que dans la deuxième hypothèse, il faut passer des commandes de 1 000 unités.

Période en mois	Nombre de commandes par an	Frais de passation de commandes F	Quantités demandées	Prix unitaire F	Montant annuel des achats F	Stock actif moyen	Stock de protection	Stock moyen	Valeur du stock moyen F	Frais de possession du stock F	Coût total F
1	12	1140	100	20,5	24600	50	100	150	3075	1230	26970
2	6	570	200	20	24000	100	141	241	4820	1928	26498
3	4	380	300	19,75	23700	150	173	323	6379,25	2552	26332
6	2	190	600	19,50	23400	300	245	545	10627,50	4251	27841
12	1	95	1200	18	21600	600	346	946	17028	6811	28506

Fig. 8.12

1	12	1140	100	20,5	24600	50	50	100	2050	820	26560
2	6	570	200	20	24000	100	50	150	3000	1200	25770
3	4	380	300	19,75	23700	150	60	210	4147,50	1659	25739
6	2	190	600	19,50	23400	300	60	360	7020	2808	26398
12	1	95	1200	18	21600	600	50	650	11700	4680	26375

Fig. 8.13

1	12	240	100	20,5	24600	50	50	100	2050	369	25209
2	6	120	200	20	24000	100	50	150	3000	540	24660
3	4	80	300	19,75	23700	150	60	210	4147,50	746,55	24527
6	2	40	600	19,50	23400	300	60	360	7020	1263,60	24704
12	1	20	1200	18	21600	600	50	650	11700	2106	23726

Fig. 8.14

Q	Nombre de commandes	Frais de passation de commandes F	Prix unitaire F	Montant annuel des achats F	Stock actif moyen	Stock de protection	Stock moyen	Valeur du stock moyen F	Frais de possession du stock F	Coût total F
149	8	760	20,5	24 600	75	40	115	2 357,5	943	26 303
169	7	665	20	24 000	85	40	125	2 500	1 000	25 665
250	4,8	456	19,75	23 700	125	40	165	3 258,75	1 304	25 460
500	2,4	228	19,50	23 400	250	40	290	5 655	2 262	25 890
1 000	1,2	114	18	21 600	500	40	540	9 720	3 888	25 602

Fig. 8.15

114	10,5	210	20,5	24 600	57	40	97	1 988,5	358	25 168
150	8	160	20	24 000	75	40	115	2 300	414	24 574
250	4,8	96	19,75	23 700	125	40	165	3 258,75	587	24 383
500	2,4	48	19,50	23 400	250	40	290	5 655	1 018	24 466
1 000	1,2	24	18	21 600	500	40	540	9 720	1 750	23 374

Fig. 8.16

9. PROBLÈMES DE GESTION DES STOCKS

PROBLÈME N° 1

◆ Comparaison du réapprovisionnement à dates fixes et du réapprovisionnement au point de commande

On a vu au chapitre 2 que ces deux méthodes de réapprovisionnement peuvent se déduire l'une de l'autre et que, théoriquement, elles donnent le même résultat économique.

Mais qu'en est-il dans la pratique, lorsque les demandes ne sont pas parfaitement régulières, lorsque les délais d'approvisionnement sont sujets à des variations aléatoires de plus ou moins grande amplitude ? Une comparaison théorique exigerait une formulation mathématique très lourde. Aussi cette comparaison est-elle faite sur un exemple chiffré.

ÉNONCÉ

L'exemple déjà étudié sur les stocks de protection et les méthodes de réapprovisionnement au point de commande du chapitre 2 donne l'historique des demandes mensuelles d'un article acheté 20 F pièce,

avec un délai d'approvisionnement $d = 1$ mois, une période économique $p = 2$ mois, un taux de service désiré de 95 %.

Il s'agit de comparer les résultats obtenus suivant que l'entreprise choisit la méthode de réapprovisionnement à dates fixes ou la méthode de réapprovisionnement au point de commande.

Afin de simplifier la comparaison, on admet que les demandes sont réparties sur les 365 jours de l'année, qu'il n'y a pas de jour chômé et que, au cours d'un mois, les demandes journalières sont parfaitement régulières.

Dans la méthode de réapprovisionnement à dates fixes, les quantités à commander seront calculées tous les deux mois à partir du 1er janvier.

Les calculs faits sur les stocks de protection et les méthodes de réapprovisionnement du chapitre 2 montrent qu'à la fin de l'année 2 :

— pour les commandes à dates fixes, la quantité à commander est donnée par $Q = 350 - (M + C)$, et le stock de protection couvre 0,5 mois de demande moyenne mensuelle;

— pour les commandes à date variable, la quantité économique à commander est $Q_e = 190$, et le stock de protection couvre 0,4 mois de demande moyenne mensuelle.

La comparaison est faite sur trois années au cours desquelles les demandes mensuelles ont été les suivantes :

	janv.	fév.	mars	avril	mai	juin	juill.	août	sept.	oct.	nov.	déc.
Année 3	60	100	160	120	60	110	100	110	120	120	100	60
Année 4	160	80	110	150	70	80	140	100	60	80	60	130
Année 5	80	130	60	90	160	80	100	70	150	100	150	150

Les calculs des stocks de protection et de la quantité économique à commander sont refaits à la fin de chaque année.

Les stocks moyens résultant de l'application des deux méthodes sont calculés chaque année au moyen de la formule donnée au chapitre 1 (voir p. 21) et qui résulte du tracé de la courbe en dents de scie.

Le stock au 1er janvier de l'année 3 est de 180 unités.

SOLUTION

1. Comparaison sur l'année 3.

a) Réapprovisionnements à dates fixes.

L'évolution du stock est donnée par le tableau figure 9.1.

Date	Stock avant livraison	Quantité commandée	Quantité livrée	Stock après livraison	Demande pendant le mois
1er janv.	180	170	-	180	60
1er fév.	120	-	170	290	100
1er mars	190	160	-	190	160
1er avril	30	-	160	190	120
1er mai	70	280	-	70	60
1er juin	10	-	280	290	110
1er juil.	180	170	-	180	100
1er août	80	-	170	250	110
1er sept.	140	210	-	140	120
1er oct.	20	-	210	230	120
1er nov.	110	240	-	110	100
1er déc.	10	-	240	250	60
31 déc.	190	livraison annuelle	= 1 230	demande annuelle	= 1 220

Fig. 9.1.

On vérifie que :

stock au 1er janvier	180
+ entrées de l'année	+ 1 230
− sorties de l'année	− 1 220
= stock au 31 décembre	190

Le stock moyen est donné par :

$$\frac{1}{12}\left[\frac{180 + 120}{2} \times 1 + \frac{290 + 30}{2} \times 2 + \frac{190 + 10}{2} \times 2 + \frac{290 + 80}{2} \times 2 + \frac{250 + 20}{2} \times 2 + \frac{230 + 10}{2} \times 2 + \frac{250 + 190}{2} \times 1\right] = 148$$

On a aussi :

stock moyen théorique = stock actif moyen + stock de protection

$$= \frac{1}{2} \times \frac{1\,220}{12} \times 2 \quad + \frac{1\,220}{12} \times 0{,}5 = 153$$

On remarquera que le stock moyen est voisin du stock moyen théorique.

On note que le stock au 1er juin et le stock au 1er décembre sont dangereusement bas car un retard de livraison de trois jours en juin et de cinq jours en décembre entraînerait une rupture de stock.

b) Réapprovisionnements au point de commande.

L'évolution du stock est donnée par le tableau figure 9.2 ci-contre.

Le stock au 1er janvier étant de 180 unités, il faut trouver à quelle date sera atteint le point de commande $N = 140$; la demande en janvier étant de 60 unités, et le mois de janvier comptant 31 jours, la demande cumulée entre le 1er janvier et la date recherchée sera obtenue au bout de $\frac{31}{60} \times 40 = 21$ jours, c'est-à-dire le 21 janvier. La demande entre cette date et le 1er février sera donc égale à $60 - 40 = 20$ unités et le stock le 1er février sera égal à $140 - 20 = 120$ unités. La commande de la quantité économique $Q_e = 190$ sera livrée un mois après que le point de commande a été atteint, soit le 21 février. La

Date	Stock avant livraison	Quantité commandée	Quantité livrée	Stock après livraison	Demande entre deux dates
1er janv.	180	-	-	180	40
21 janv.	140	190	-	140	20
1er fév.	120	-	-	120	75
21 fév.	45	-	190	235	25
1er mars	210	-	-	210	70
14 mars	140	190	-	140	90
1er avril	50	-	-	50	50
12 avril	0	-	-	0	6
14 avril	– 6	-	190	184	44
25 avril	140	190	-	140	20
1er mai	120	-	-	120	48
25 mai	72	-	190	262	12
1er juin	250	-	-	250	110
1er juil.	140	190	-	140	100
1er août	40	-	190	230	90
25 août	140	190	-	140	20
1er sept.	120	-	-	120	100
25 sept.	20	-	190	210	20
1er oct.	190	-	-	190	50
13 oct.	140	190	-	140	70
1er nov.	70	-	-	70	43
13 nov.	27	-	190	217	57
1er déc.	160	-	-	160	20
10 déc.	140	190	-	140	40
31 déc.	100	livraison annuelle	= 1 140	demande annuelle	= 1 220

Fig. 9.2.

demande de février étant de 100 unités, la demande cumulée à cette date depuis le 1er février est égale à $\frac{100}{28} \times 21 = 75$ unités et le stock le 21 février avant la livraison est égal à $120 - 75 = 45$ unités ; après la livraison, il s'élève à $45 + 190 = 235$ unités.

Le point de commande est ensuite atteint le 14 mars, entraînant une livraison de 190 unités le 14 avril ; entre le 14 mars et le 1er avril, la demande est de 90 unités et le stock le 1er avril est égal à $140 - 90 = 50$ unités. La demande entre le 1er et le 14 avril est égale à $\frac{120}{30} \times 14 = 56$ unités et est donc supérieure au stock au 1er avril. La rupture de stock est atteinte au bout de $\frac{30}{120} \times 50$ jours, c'est-à-dire le 12 avril. Le stock physique reste évidemment nul jusqu'à la livraison du 14 avril. Indiquer que le stock avant cette livraison est égal à -6 signifie que la demande non satisfaite entre la date de la rupture de stock et la date de la livraison sera honorée dès la livraison.

On vérifie que :

stock au 1er janvier	180
+ entrées de l'année	+ 1 140
− sorties de l'année	− 1 220
= stock au 31 décembre	100

Le stock moyen est donné par :

$$\frac{1}{365}\left[\frac{180+45}{2} \times 52 + \frac{235+0}{2} \times 50 + \frac{0+0}{2} \times 2 + \frac{182+72}{2} \times 41 + \frac{262+40}{2} \times 67 + \frac{230+20}{2} \times 56 + \frac{210+27}{2} \times 49 + \frac{217+100}{2} \times 48\right] = 130$$

On a aussi :

$$\text{stock moyen théorique} = \frac{Q_e}{2} + Sa' = \frac{190}{2} + \frac{1\,220}{12} \times 0{,}4 = 136$$

On remarque que le stock moyen est voisin du stock moyen théorique.

2. Comparaison sur l'année 4.

a) Réapprovisionnements à dates fixes.

La période économique de commande est toujours égale à 2 mois, et les demandes pendant des tranches de $p + d = 3$ mois consécutifs sont les suivantes :

	janv. fév. mars	fév. mars avr.	mars avr. mai	avr. mai juin	mai juin juil.	juin juil. août	juil. août sept.	août sept. oct.	sept. oct. nov.	oct. nov. déc.	nov. déc. janv.	déc. janv. fév.
Année 2	300	250	240	290	310	260	260	250	320	360	340	300
Année 3	320	380	340	290	270	320	330	350	340	280	-	-

L'histogramme des demandes pendant trois mois consécutifs au cours des années 2 et 3 est le suivant :

Quantité demandée	Fréquence	Fréquence cumulée
380	1	1
360	1	2
350	1	3
340	3	6
330	1	7
320	3	10
310	1	11
300	2	13
290	2	15
280	1	16
270	1	17
260	2	19
250	2	21
240	1	22

Il en résulte que, pour un taux de service de 95 %, la prévision de demande à honorer est de 360 unités, et que le stock de protection est égal à :

$$360 - \frac{1\,210 + 1\,220}{24} \times 3 = 56 \text{ unités}$$

Le stock de protection couvre :

$$a = \frac{360 \times 24}{1\,210 + 1\,220} - 3 = 0{,}56 \text{ mois de demande moyenne mensuelle.}$$

La quantité à commander tous les deux mois à partir du 1er janvier est $Q = 360 - M$.

L'évolution du stock est donnée par le tableau figure 9.3.

Date	Stock avant livraison	Quantité commandée	Quantité livrée	Stock après livraison	Demande pendant le mois
1er janv.	190	170	-	190	160
1er fév.	30	-	170	200	80
1er mars	120	240	-	120	110
1er avril	10	-	240	250	150
1er mai	100	260	-	100	70
1er juin	30	-	260	290	80
1er juil.	210	150	-	210	140
1er août	70	-	150	220	100
1er sept.	120	240	-	120	60
1er oct.	60	-	240	300	80
1er nov.	220	140	-	220	60
1er déc.	160	-	140	300	130
31 déc.	170	livraison annuelle	= 1 200	demande annuelle	= 1 220

Fig. 9.3.

stock au 1er janvier	190
+ entrées de l'année	+ 1 200
− sorties de l'année	− 1 220
= stock au 31 décembre	170

Stock moyen :

$$\frac{1}{12}\left[\frac{190+30}{2} \times 1 + \frac{200+10}{2} \times 2 + \frac{250+30}{2} \times 2 + \frac{290+70}{2} \times 2 + \frac{220+60}{2} \times 2 + \frac{300+160}{2} \times 2 + \frac{300+170}{2} \times 1\right] = 161$$

Stock moyen théorique :

$$\frac{1}{2} \times \frac{1\,220}{12} \times 2 + \frac{1\,220}{12} \times 0{,}56 = 158$$

b) Réapprovisionnements au point de commande.

La demande moyenne annuelle calculée sur les années 2 et 3 est :

$$\frac{1210 + 1\,220}{2} = 1\,215$$

La quantité économique de commande est :

$$Q_e = \sqrt{\frac{2 \times 1\,215 \times 105}{20 \times 0{,}35}} = 190$$

L'histogramme des demandes pendant des tranches de $d = 1$ mois au cours des années 2 et 3 est le suivant :

Quantité demandée	Fréquence	Fréquence cumulée
160	1	1
140	2	3
130	1	4
120	5	9
110	2	11
100	5	16
90	1	17
80	1	18
70	2	20
60	3	23
50	1	24

Il en résulte que le point de commande est $N = 140$ et que le stock de protection couvre

$a' = \frac{140}{100} - 1 = 0{,}39$ mois de demande moyenne annuelle.

L'évolution du stock est donnée par le tableau figure 9.4.

Date	Stock avant livraison	Quantité commandée	Quantité livrée	Stock après livraison	Demande entre deux dates
1er janv.	100	-	-	100	52
10 janv.	48	-	190	238	98
29 janv.	140	190	-	140	10
1er fév.	130	-	-	130	80
1er mars	50	-	190	240	100
28 mars	140	190	-	140	10
1er avril	130	-	-	130	130
27 avril	0	-	-	0	5
28 avril	– 5	-	190	185	15
1er mai	170	-	-	170	30
13 mai	140	190	-	140	40
1er juin	100	-	-	100	35
13 juin	65	-	190	255	45
1er juil.	210	-	-	210	70
15 juil.	140	190	-	140	70
1er août	70	-	-	70	50
15 août	20	-	190	210	50
1er sept.	160	-	-	160	20
10 sept.	140	190	-	140	40
1er oct.	100	-	-	100	26
10 oct.	74	-	190	264	54
1er nov.	210	-	-	210	60
1er déc.	150	-	-	150	10
3 déc.	140	190	-		120
31 déc.	20	livraison annuelle	= 1 140	demande annuelle	= 1 220

Fig. 9.4

Stock moyen =

$$\frac{1}{365}\left[\frac{100 + 48}{2} \times 10 + \frac{238 + 50}{2} \times 49 + \frac{240 + 0}{2} \times 58 + \frac{0 + 0}{2} \times 1 + \frac{185 + 65}{2} \times 4 + \frac{255 + 20}{2} \times 63 + \frac{210 + 74}{2} \times 56 + \frac{264 + 20}{2} \times 82\right] = 134$$

Stock moyen théorique : $= \frac{190}{2} + 101 \times 0{,}39 = 134$

Il y a eu une rupture de stock le 27 avril.

3. Comparaison sur l'année 5

a) Réapprovisionnements à dates fixes

La période économique de commande est toujours égale à 2 mois, et les demandes pendant des tranches de $p + d = 3$ mois consécutifs sont les suivantes :

	janv. fév. mars	fév. mars avr.	mars avr. mai	avr. mai juin	mai juin juil.	juin juil. août	juil. août sept.	août sept. oct.	sept. oct. nov.	oct. nov. déc.	nov. déc. janv.	déc. janv. fév.
Année 3	320	380	340	290	270	320	330	350	340	280	320	300
Année 4	350	340	330	300	290	320	300	240	200	270	-	-

L'histogramme des demandes pendant trois mois consécutifs au cours des années 3 et 4 est le suivant :

Quantité demandée	Fréquence	Fréquence cumulée
380	1	1
350	2	3
340	3	6
330	2	8
320	4	12
300	3	15
290	2	17
280	1	18
270	2	20
240	1	21
200	1	22

Il en résulte que, pour un taux de service de 95 %, la prévision de demande à honorer est de 350 unités, et que le stock de protection est égal à :

$$350 - \frac{1\,220 + 1\,220}{24} \times 3 = 45 \text{ unités}$$

Le stock de protection couvre :

$$a = \frac{350 \times 24}{1\,220 + 1\,220} - 3 = 0{,}43 \text{ mois de demande moyenne mensuelle.}$$

La quantité à commander tous les deux mois à partir du 1er janvier est $Q = 350 - M$.

L'évolution du stock est donnée par le tableau figure 9.5.

Date	Stock avant livraison	Quantité commandée	Quantité livrée	Stock après livraison	Demande pendant le mois
1er janv.	170	180	-	170	80
1er fév.	90	-	180	270	130
1er mars	140	210	-	140	60
1er avril	80	-	210	290	90
1er mai	200	150	-	200	160
1er juin	40	-	150	190	80
1er juil.	110	240	-	110	100
1er août	10	-	240	250	70
1er sept.	180	170	-	180	150
1er oct.	30	-	170	200	100
1er nov.	100	250	-	100	50
1er déc.	50	-	250	300	150
31 déc.	150	livraison annuelle	= 1 200	demande annuelle	= 1 220

Fig. 9.5

stock au 1er janvier	170
+ entrées de l'année	+ 1 200
− sorties de l'année	− 1 220
= stock au 31 décembre	150

Stock moyen :

$$\frac{1}{12}\left[\frac{170 + 90}{2} \times 1 + \frac{270 + 80}{2} \times 2 + \frac{290 + 40}{2} \times 2 + \frac{190 + 10}{2} \times 2 + \frac{250 + 30}{2} \times 2 + \frac{200 + 50}{2} \times 2 + \frac{300 + 150}{2} \times 1\right] = 147$$

$$\text{Stock moyen théorique} = \frac{1}{2} \times \frac{1\,220}{12} \times 2 + \frac{1\,220}{12} \times 0{,}43 = 145$$

b) Réapprovisionnement au point de commande.

La demande moyenne annuelle calculée sur les années 3 et 4 est :

$$\frac{1\,220 + 1\,220}{2} = 1\,220$$

La quantité économique de commande est :

$$Q_e = \sqrt{\frac{2 \times 1\,220 \times 105}{20 \times 0{,}35}} = 192$$

L'histogramme des demandes pendant des tranches de $d = 1$ mois au cours des années 3 et 4 est le suivant :

Quantité Demandée	Fréquence	Fréquence Cumulée
160	2	2
150	1	3
140	1	4
130	1	5
120	3	8
110	3	11
100	4	15
80	3	18
70	1	19
60	5	24

Il en résulte que le point de commande est $N = 160$, et que le stock de protection couvre :

$$a' = \frac{160}{102} - 1 = 0{,}57 \text{ mois de demande moyenne mensuelle.}$$

L'évolution du stock est donnée par le tableau figure 9.6.

Date	Stock avant livraison	Quantité commandée	Quantité livrée	Stock après livraison	Demande entre deux dates
1er janv.	20	-	-	20	8
3 janv.	12	-	190	202	62
27 janv.	140	192	-	140	10
1er fév.	130	-	-	130	125
27 fév.	5	-	192	197	5
1er mars	192	-	-	192	52
27 mars	140	192	-	140	8
1er avril	132	-	-	132	81
27 avril	51	-	192	243	9
1er mai	234	-	-	234	94
18 mai	140	192	-	140	66
1er juin	74	-	-	74	48
18 juin	26	-	192	218	32
1er juil.	186	-	-	186	46
14 juil.	140	192	-	140	54
1er août	86	-	-	86	32
14 août	54	-	192	246	38
1er sept.	208	-	-	208	68
14 sept.	140	192	-	140	82
1er oct.	58	-	-	58	52
14 oct.	6	-	192	198	48
1er nov.	150	-	-	150	10
6 nov.	140	192	-	140	40
1er déc.	100	-	-	100	29
6 déc.	71	-	192	263	121
31 déc.	142	livraison annuelle	= 1 342	demande annuelle	= 1 220

Fig. 9.6

stock au 1er janvier	20
+ entrées de l'année	+ 1 342
− sorties de l'année	− 1 220
= stock au 31 décembre	142

Stock moyen :

$$\frac{1}{365}\left[\frac{20+12}{2}\times 3+\frac{202+5}{2}\times 55+\frac{197+51}{2}\times 59\right.$$
$$+\frac{243+26}{2}\times 52+\frac{218+54}{2}\times 57+\frac{246+6}{2}\times 61$$
$$\left.+\frac{198+71}{2}\times 53+\frac{263+142}{2}\times 25\right]=131$$

$$\text{Stock moyen théorique : } = \frac{192}{2}+102\times 0{,}57=154$$

4. Comparaison sur l'ensemble des trois années.

La comparaison va se faire d'après plusieurs critères.

a) Nombre de commandes passées

	Réapprovisionnement à dates fixes	Réapprovisionnement au point de commande
Année 3	6	7
Année 4	6	6
Année 5	6	6
Ensemble	18	19

b) Frais d'acquisition sur les trois ans

— Réapprovisionnement à dates fixes $18 \times 105 = 1\,890$ F

— Réapprovisionnement au point de commande $19 \times 105 = 1\,995$ F

c) Quantité livrée

	Réapprovisionnement à dates fixes	Réapprovisionnement au point de commande
Année 3	1 230	1 140
Année 4	1 200	1 140
Année 5	1 200	1 342
Ensemble	3 630	3 622

La quantité livrée en trois ans est la même dans les deux méthodes.

d) Stock de protection

	Réapprovisionnement à dates fixes	Réapprovisionnement au point de commande
Année 3	0,5 mois	0,4 mois
Année 4	0,56 mois	0,39 mois
Année 5	0,43 mois	0,57 mois
Ensemble	0,50 mois	0,45 mois

Le stock de protection est plus faible avec le réapprovisionnement au point de commande dans deux cas sur trois et plus fort dans un cas sur trois. Il semble difficile de conclure.

e) Stock moyen

	Réapprovisionnement à dates fixes	Réapprovisionnement au point de commande
Année 3	148	130
Année 4	161	134
Année 5	147	131
Ensemble	152	132

Le stock moyen est plus bas avec le réapprovisionnement au point de commande (– 13 %).

f) Stock moyen théorique

	Réapprovisionnement à dates fixes	Réapprovisionnement au point de commande
Année 3	153	136
Année 4	158	134
Année 5	145	154
Ensemble	152	141

Dans deux cas sur trois, l'approvisionnement au point de commande donne un stock moyen théorique plus faible.

En moyenne, le stock théorique moyen est plus faible de 7 %.

g) Frais de possession du stock sur les trois ans

— Réapprovisionnement à dates fixes

$$152 \times 20 \times 0{,}35 \times 3 = 3\,192 \text{ F}$$

— Réapprovisionnement au point de commande

$$141 \times 20 \times 0{,}35 \times 3 = 2\,772 \text{ F}$$

h) Nombre de ruptures de stock

	Réapprovisionnement à dates fixes	Réapprovisionnement au point de commande
Année 3	0	1
Année 4	0	1
Année 5	0	0
Ensemble	0	2

i) Nombre de cas de stock dangereusement bas

	Réapprovisionnement à dates fixes	Réapprovisionnement au point de commande
Année 3	2	0
Année 4	1	0
Année 5	0	3
Ensemble	3	3

j) Taux de service obtenu sur les trois ans

— Réapprovisionnement à dates fixes : 100 %

— Réapprovisionnement au point de commande :

$$1 - \frac{2}{19} = 89\ \%$$

k) Ensemble des critères

Si le réapprovisionnement au point de commande engendre un total des frais d'acquisition et des frais de possession plus faibles, il n'a pas permis d'atteindre le taux de service souhaité.

5. Conclusion

Il n'est pas possible de dire, d'une manière générale, qu'une méthode donne de meilleurs résultats quant aux frais d'acquisition, aux frais de possession et au taux de service obtenu. Tout dépend de l'allure de la demande de chaque article.

PROBLÈME N° 2

◆ Frais d'acquisition et frais de possession

Les résultats fournis par la comptabilité ne permettent généralement pas, à eux seuls, de calculer les frais d'acquisition, les frais de passation d'une commande, les frais de passation d'une commande d'un produit. Le but de ce problème est de montrer comment, dans la pratique, on peut déterminer ces divers frais en prenant en compte les informations complémentaires disponibles et en utilisant des clés de répartition de frais judicieusement choisies. On verra aussi que l'on ne peut pas toujours se contenter de valeurs moyennes et qu'il ne faut pas chercher une précision illusoire des résultats dès lors que les calculs font intervenir des données approximatives et diverses hypothèses. En outre, parmi toutes les informations qui peuvent être fournies ou collectées, certaines sont finalement inutiles.

ÉNONCÉ

La Société « Les engrenages de l'Argonne », dont le siège est à Verdun depuis 1921 (c'était à l'époque un petit atelier occupant une vingtaine de personnes) a acquis, surtout depuis 1960, une renommée mondiale dans sa spécialité, réalisant maintenant 60 % de son chiffre d'affaires (environ 850 millions de F. H.T.) à l'exportation.

Elle possède quatre usines :

— Briey, avec 230 personnes : engrenages de série (en particulier pour les automobiles et les locomotives) ;

— Thionville, avec 110 personnes : gros engrenages sur devis, pour laminoirs, constructions navales, grues, ponts roulants, ... etc. ;

— Albertville, avec 120 personnes : engrenages en alliage léger (avia-

tion, armement, véhicules et navires de compétition, ... etc.) et engrenages de précision (appareils de mesure, mouvements d'horlogerie, ... etc.);

— Oyonnax, avec 60 personnes : engrenages en matières plastiques (minuteries, électroménager, ... etc.).

Le siège compte 80 personnes; le bureau d'études (30 personnes) et le laboratoire d'essais (8 personnes) y sont rattachés.

La force de vente, qui dépend de la Direction commerciale du siège, comporte 50 personnes réparties en six agences régionales et l'agence Export installée à Roissy.

Toute la comptabilité est tenue au Siège.

L'organisation des approvisionnements est la suivante :

— *au Siège*

* La Direction des Achats où 8 personnes se consacrent à l'achat des matières et produits divers (1,5 pour les achats des seules matières premières), tandis que deux autres personnes traitent des achats d'investissements, de sous-traitance et d'entretien.
* Un économat qui stocke et distribue les fournitures de bureau pour le Siège, ainsi que les imprimés communs au Siège, aux usines et aux agences.

— *Dans chaque usine*

* Une section approvisionnements qui gère le stock de l'usine, achète les produits disponibles dans le commerce local et dont l'achat n'est pas centralisé au Siège, passe commande des travaux d'entretien pour l'usine. Cette section occupe deux agents à Briey, ainsi qu'à Thionville; à Albertville et à Oyonnax, il y a une personne secondée à mi-temps par un agent de magasin.
* Un magasin qui stocke et distribue les matières et les produits utilisés dans l'usine. Le magasin occupe 6 personnes à Briey, 4 à Thionville, 3 à Albertville et 2 à Oyonnax (à Albertville et à Oyonnax, un agent du magasin travaille à mi-temps à la section approvisionnements).

— *Dans le groupe bureau d'études-laboratoire*, un agent travaille à mi-temps pour le magasin et à mi-temps pour la reprographie.

— *Dans chaque agence*, une secrétaire s'occupe, à temps partiel, des petites fournitures (économat, entretien, ... etc.). Ces achats sont négligeables.

La comptabilité, l'analyse extra-comptable, et les diverses statistiques fournissent les renseignements suivants (valeurs moyennes arrondies).

a) Montants annuels des commandes

Matières premières	:	320 MF
Sous-traitance	:	50 MF
Produits divers	:	90 MF
Travaux d'entretien	:	50 MF
Investissements	:	100 MF

b) Nombres annuels de commandes

Siège : 8 000 dont 300 pour les matières premières
250 pour la sous-traitance
150 pour les investissements
200 pour l'entretien
Briey : 2 500 dont 800 pour l'entretien
Thionville : 3 000 dont 1 000 pour l'entretien
Albertville : 2 000 dont 400 pour l'entretien
Oyonnax : 1 800 dont 500 pour l'entretien.

c) Pour les matières et produits stockés

	Nombre moyen d'articles par commande	Variété d'articles stockés	Valeur moyenne du stock
Siège	4	850	0,2 MF
Briey	3,5	4 000	15,5 MF
Thionville	2,5	6 000	14,0 MF
Albertville	3	5 000	9,0 MF
Oyonnax	3,5	2 000	3,0 MF
Bureau d'études Laboratoire	-	450	0,3 MF

d) Frais de personnel : 140 MF

e) Frais financiers : 15 MF

f) Impôts et taxes : 10 MF

g) Frais divers de gestion : 10 MF

h) Bénéfice : 65 MF

i) Frais au titre du Siège :

Direction des achats	
— Frais de fonctionnement :	2 500 kF
— Réception de produits divers	200 kF
Économat (frais de fonctionnement)	250 kF
Comptabilité matières (frais de fonctionnement)	360 kF
Comptabilité fournisseurs (frais de fonctionnement)	280 kF
Frais d'informatique	
— Gestion des commandes	80 kF
— Traitement des stocks (420 000 mouvements par an)	480 kF
Provision pour dépréciation du stock	10 kF

j) Frais au titre des usines (en kF)

RUBRIQUE	Briey	Thionville	Albertville	Oyonnax	Études Labo
Fonctionnement des sections d'approvisionnements	480	460	340	320	-
Fonctionnement des magasins	1 600	1 200	560	510	110
Amortissement des locaux des magasins	450	400	300	250	8
Amortissement des engins et casiers des magasins	70	90	60	50	2
Transports des produits achetés	150	190	120	90	-
Provisions pour dépréciation des stocks	110	80	90	20	4

On demande de :

1° Calculer les frais d'acquisition et les frais de passation d'une commande pour l'ensemble de la Société ;
2° Calculer les frais de possession du stock ;
3° Calculer le stock moyen d'un article (parmi les produits divers), dont les stocks et livraisons sont conformes aux chiffres du tableau suivant :

DATE	Stock avant livraison	Livraison
1er janvier	300	
15 février	200	300
30 avril	100	200
30 juin	200	400
15 octobre	150	300
31 décembre	200	

4° Le prix unitaire de cet article étant de 15 francs, calculer le montant annuel des frais de possession de son stock.
5° a) Si le nombre annuel de livraison est doublé (la quantité totale annuelle livrée restant la même), présenter le tableau de l'état des stocks correspondant.
b) Calculer le nouveau stock moyen et les frais de possession correspondants.
6° Calculer dans les deux hypothèses le montant annuel des frais de passation de commande.
En déduire la solution la moins onéreuse.

SOLUTION

Question 1

Les frais d'acquisition des stocks comprennent les frais suivants (en kF)

- Frais de fonctionnement des services d'achat

Direction des achats (l'économat n'achète rien) $2\,500 \times \frac{8}{10} = 2\,000$

Sections approvisionnements

Briey :	$480 \times \dfrac{2\,500 - 800}{2\,500} \cong$	330
Thionville :	$460 \times \dfrac{3\,000 - 1\,000}{3\,000} \cong$	310
Albertville :	$340 \times \dfrac{2\,000 - 400}{2\,000} \cong$	270
Oyonnax :	$320 \times \dfrac{1\,800 - 500}{1\,800} \cong$	230
	TOTAL :	**3 140**

- Frais de contrôle de la qualité

— Réception de produits divers : **200**

On peut penser que pour les matières premières, ces frais sont compris dans les frais de fonctionnement de la Direction des achats ou que les fournisseurs disposent d'une organisation de la qualité.

- Frais de comptabilité fournisseurs

Le travail de la comptabilité fournisseurs est proportionnel au nombre de factures reçues.

— Matières premières

Compte tenu des livraisons partielles, il faut compter, en moyenne, deux livraisons (et donc deux factures) par commande. Il y a donc 300 × 2 = 600 factures.

— Produits divers

Il faut compter, en moyenne, 1,5 livraison (donc 1,5 facture) par commande. Le nombre de commandes est :

Siège	: 8 000 − 300 − 250 − 150 − 200	= 7 100
Briey	: 2 500 − 800	= 1 700
Thionville	: 3 000 − 1 000	= 2 000
Albertville	: 2 000 − 400	= 1 600
Oyonnax	: 1 800 − 500	= 1 300
	TOTAL	= 13 700

Soit 13 700 × 1,5 = 20 550 factures.

— Sous-traitance :
4 factures par commande en moyenne
Soit 250 × 4 = 1 000 factures.

— Investissements
Compte tenu des avances et des acomptes, il faut compter 6 factures par commande en moyenne.
Soit 150 × 6 = 900 factures.

— Entretien
Compte tenu des acomptes, il faut compter deux factures en moyenne par commande.
Soit (200 + 800 + 1 000 + 400 + 500) × 2 = 5 800 factures.

Le nombre total de factures est donc :

$$\underbrace{\frac{600 + 20\,550}{\text{pour le stock}}} + \frac{1\,000 + 900 + 5\,800}{\text{hors stock}} = 28\,850 \text{ factures}$$

Le montant des frais de fonctionnement de la comptabilité fournisseurs au titre des stocks est donc :

$$\mathbf{280 \times \frac{21\,150}{28\,850} = 2\,050}$$

• Frais de réception quantitative

La réception quantitative est faite au magasin.

En gros, l'activité du magasin est proportionnelle au nombre des mouvements de stocks.

Il y a 420 000 mouvements de stock par an (entrées et sorties) pour des frais de fonctionnement des magasins de :

Économat	:	250
Briey	:	1 600
Thionville	:	1 200
Albertville	:	560
Oyonnax	:	510
Études-Labo	:	110
TOTAL	:	4 230

Il faut trouver le nombre de mouvements d'entrées en stock, car chaque entrée donne lieu à réception.

Commandes de :

— Matières premières : 300
4 articles par commande : 1 200 postes
En moyenne : 2 livraisons par commande (à cause des livraisons partielles) : 2 400 entrées en stock.

— Produits divers

* Commandes passées par le Siège :	
(8 000 − 300 − 250 − 150 − 200) × 4 =	28 400 postes
1,5 livraison par commande :	42 600 entrées
* Briey	
(2 500 − 800) × 3,5 × 1,5 =	8 900 entrées
* Thionville	
(3 000 − 1 000) × 2,5 × 1,5 =	7 500 entrées
* Albertville	
(2 000 − 400) × 3 × 1,5 =	7 200 entrées
* Oyonnax	
(1 800 − 500) × 3,5 × 1,5 =	6 800 entrées
	73 000 entrées

(Les commandes pour le bureau d'études et le labo sont passées par la Direction des achats, car ils sont rattachés administrativement au Siège.)

Il y a donc 75 400 entrées en stock pour 420 000 mouvements par an (soit 1,7 %).

Le coût de la réception quantitative est donc :

$$\frac{4\,230 \times 75\,400}{420\,000} = 759$$

- Frais de comptabilité matières
  On a la même proportion :

$$\frac{360 \times 75\,400}{420\,000} = 65$$

- Frais d'informatique

— Gestion des commandes pour le stock
(14 000 commandes pour le stock sur un total de 17 300 commandes)

Les frais à prendre en compte sont donc : $80 \times \frac{14\,000}{17\,300} = \mathbf{65}$

— Traitement des entrées en stock : $480\ \frac{75\,400}{420\,000} = \mathbf{86}$

Total des frais d'acquisition :

3 140 + 200 + 2 050 + 759 + 65 + 65 + 86 ≅ 4 520 kF.

Si on rapporte ces frais au montant annuel des commandes, on obtient :

$$\frac{4{,}5\ \text{MF}}{(320 + 90)\ \text{MF}} = 1{,}1\ \%,$$

résultat inférieur aux valeurs moyennes généralement trouvées (1,5 à 4,5 %).

Les frais de passation d'une commande pour le stock sont :

$$\frac{4\,520\,000}{14\,000} = 323\ \text{F}$$

Ce résultat se situe dans la partie basse de la fourchette trouvée généralement (250 à 850 F).

Quant aux frais de passation d'une commande d'un article, ils sont de :

$$\frac{4\,520\,000}{7\,400 \times 4 + 1\,700 \times 3{,}5 + 2\,000 \times 2{,}5 + 1\,600 \times 3 + 1\,300 \times 3{,}5} = 90\ \text{F}$$

Ce résultat se situe également dans la partie basse de la fourchette trouvée (généralement 40 à 450 F).

Cependant ces bons résultats doivent être examinés de plus près.

En effet, en ce qui concerne les commandes, 1,5 personne seulement (à la Direction des achats) achète pour 320 MF (matières premières) moyennant 300 commandes, tandis que toutes les autres personnes impliquées dans l'acquisition des stocks (Direction des achats et usines) n'achètent que 90 MF (produits divers) moyennant 13 700 commandes. Une moyenne générale donne donc une mauvaise image de la réalité.

Il y a donc lieu de reprendre les calculs précédents en distinguant matières premières et produits divers.

Ils sont récapitulés dans le tableau figure 9.7 avec les explications ci-dessous :

— Direction des achats :

1,5 personne sur dix achète les matières premières ; les frais correspondants sont donc :

$$2\,500 \times \frac{1,5}{10} = 375$$

et, par différence, les frais à affecter aux produits divers sont de 1 625.

— Comptabilité fournisseurs.

Les fournisseurs envoient une facture pour chaque livraison. Comme indiqué plus haut, il y a 600 factures pour les matières premières sur 20 100 factures relatives au stock. La part de frais à affecter aux matières premières est donc :

$$2\,050 \times \frac{600}{20\,100} = 6$$

et par différence, celle affectée aux produits divers est :

$$205 - 6 = 199$$

— Réception quantitative, comptabilité matières, traitement des entrées en informatique.

Répartition au prorata du nombre de mouvements d'entrées en stock (voir plus haut).

$$\frac{2\,400}{75\,400} \text{ et } \frac{73\,000}{75\,400}$$

— Traitement des commandes en informatique.

Prorata du nombre de commandes : $\frac{300}{14\,000}$ et $\frac{13\,700}{14\,000}$

RÉPARTITION DES FRAIS D'ACQUISITION ENTRE MATIÈRES PREMIÈRES ET PRODUITS DIVERS			
Rubrique	Ensemble	Matières premières	Produits divers
Direction des achats	2000	375	1625
Section approvisionnements			
Briey	330	-	330
Thionville	310	-	310
Albertville	270	-	270
Oyonnax	230	-	230
Contrôle de qualité	200	-	200
Comptabilité fournisseurs	205	6	199
Réception quantitative	759	24	735
Comptabilité matières	65	2	63
Informatique			
Gestion des commandes	65	1	64
Traitement des entrées	86	3	83
TOTAL ≅	4520	410	4110

Fig. 9.7.

Les frais d'acquisition représentent donc :

$\frac{410}{320\,000} \cong 0{,}1\ \%$ du montant des achats de matières premières

$\frac{4\,110}{90\,000} \cong 4{,}5\ \%$ du montant des achats de produits divers

Les frais de passation d'une commande sont :

$\frac{410\,000}{300} \cong 1\,370$ F pour les matières premières

$\frac{4\,110\,000}{13\,700} \cong 308$ F pour les produits divers

Les frais de passation d'une commande d'un article sont :

$\frac{410\,000}{1\,200} \cong 342$ F pour les matières premières

$$\frac{4\,110\,000}{49\,900 - 1\,200} \cong 84 \text{ F pour les produits divers}$$

Conclusion :

On ne peut pas se contenter de frais moyens pour l'ensemble matières premières-produits divers ; il faut aussi noter que les données sont insuffisantes pour analyser ces frais par groupes de produits divers.

Question 2

Les frais de possession du stock comprennent les frais suivants (en kF) :

• Charges financières
On peut les estimer à 11 % de la valeur moyenne du stock qui est :

Siège	:	200
Briey	:	15 500
Thionville	:	14 000
Albertville	:	9 000
Oyonnax	:	3 000
Études-Labo	:	300
		42 000

Ce qui donne pour les charges financières :
0,11 × 42 000 = **4 620**

• Frais de fonctionnement des magasins, moins la part comptée au titre de la réception quantitative :
4 230 − 759 = **3 471**

• Amortissement des magasins (locaux, engins, casiers) :

Briey	:	520	
Thionville	:	490	
Albertville	:	360	
Oyonnax	:	300	
Études-Labo	:	10	
		1 680	**1 680**

Il n'y a pas d'indication relative à l'économat. Il ne peut d'ailleurs

s'agir que d'un tout petit local dont l'amortissement est négligeable par rapport à celui des autres magasins.

• Frais de fonctionnement de la comptabilité matières, moins la part comptée en frais d'acquisition :

360 − 65 = **295**

• Coût de l'obsolescence

On le prend égal au montant des provisions pour dépréciation du stock :

Économat	:	10
Briey	:	110
Thionville	:	80
Albertville	:	90
Oyonnax	:	20
Études-Labo	:	4
		314

314

• Coût du vieillissement

L'essentiel du stock étant constitué de métaux, ce coût est négligeable.

• Vol, coulage

Comme ci-dessus.

• Assurances

Compte tenu de la composition du stock, les risques sont faibles et donc le coût de la prime est faible; on peut l'estimer à 0,5 % de la valeur moyenne du stock, soit :

0,005 × 42 000 = **210**

• Transport des marchandises achetées

D'après le plan comptable général, ces frais sont incorporés à la valeur du stock. Il ne faut donc pas en tenir compte.

• Frais d'informatique, moins la part comptée en frais d'acquisition

480 − 86 = **394**

TOTAL ≅ **10 980**

Les frais de possession s'élèvent donc à :

$$\frac{10\,980}{42\,000} = 26\ \%\ \text{de la valeur moyenne des stocks.}$$

Il n'y a pas lieu de distinguer matières premières et produits divers car les opérations génératrices de frais de possession sont les mêmes.

Question 3

Le tableau complété est :

Date	Stock avant livraison	Livraison	Stock après livraison
1er janvier	300	-	-
15 février	200	300	500
30 avril	100	200	300
30 juin	200	400	600
15 octobre	150	300	450
31 décembre	200	-	-

Calcul du stock moyen :

Stock moyen =

$$\frac{1}{12}\left[\frac{300+200}{2}\times 1{,}5+\frac{500+100}{2}\times 2{,}5+\frac{300+200}{2}\times 2+\frac{600+150}{2}\times 3{,}5+\frac{450+200}{2}\times 2{,}5\right] = 312$$

Question 4

Les frais de possession du stock de cet article sont :

$$312 \times 15 \times \frac{26}{100} = 1\,217 \text{ F}$$

Question 5

a) On admet que les livraisons sont dédoublées (2 parts égales) et que les nouvelles livraisons se font au milieu de l'intervalle de temps séparant deux livraisons successives du cas initial.

On peut ainsi commencer à construire le tableau suivant, en admettant qu'entre deux livraisons successives, les sorties se font à un rythme régulier.

Date	Stock avant livraison	Livraison	Stock après livraison	Sorties entre deux livraisons
1er janvier	300	-	-	
15 février	200	$\frac{300}{2} = 150$	200 + 150 = 350	
21 mars	350 − 200 = 150	$\frac{300}{2} = 150$	150 + 150 = 300	$\frac{500 - 100}{2} = 200$
30 avril	300 − 200 = 100	$\frac{200}{2} = 100$	100 + 100 = 200	$\frac{500 - 100}{2} = 200$
31 mai	200 − 50 = 150	$\frac{200}{2} = 100$	150 + 100 = 250	$\frac{300 - 200}{2} = 50$
30 juin	250 − 50 = 200	$\frac{400}{2} = 200$	200 + 200 = 400	$\frac{300 - 200}{2} = 50$
21 août	400 − 225 = 175	$\frac{400}{2} = 200$	175 + 200 =375	$\frac{600 - 150}{2} = 225$
15 octobre	375 − 225 = 150	$\frac{300}{2} = 150$	150 + 150 = 300	$\frac{600 - 150}{2} = 225$

Les données sont insuffisantes pour poursuivre les calculs, et il faut faire une nouvelle hypothèse. On admet que la prochaine livraison, après le 15 octobre, aura lieu le 15 février, comme au cours de l'année étudiée ; la nouvelle livraison aura donc lieu au milieu de l'intervalle 15 octobre – 15 février, soit le 15 décembre.

On admet aussi que le rythme des sorties est constant du 15 octobre au 31 décembre (2,5 mois). Du 15 octobre au 15 décembre, il s'écoule deux mois.

On peut ainsi compléter le tableau :

15 octobre				
15 décembre	300 − 200 = 100	$\frac{300}{2} = 150$	100 + 150 = 250	$(450 - 200)\frac{2}{2{,}5} = 200$
31 décembre	250 − 50 = 200	-	-	$(450 - 200)\frac{0{,}5}{2{,}5} = 50$

b) Calcul du stock moyen :

Stock moyen =

$$\frac{1}{12}\left[\frac{300+200}{2}\times 1{,}5+\frac{350+150}{2}\times 1{,}25+\frac{300+100}{2}\times 1{,}25\right.$$

$$+\frac{200+150}{2}\times 1+\frac{250+200}{2}\times 1+\frac{400+175}{2}\times 1{,}75$$

$$\left.+\frac{375+150}{2}\times 1{,}75+\frac{300+100}{2}\times 2+\frac{250+200}{2}\times 0{,}5\right]=234$$

Les frais de possession correspondants sont :

$$234\times 15\times\frac{26}{100}=913\text{ F}$$

Question 6

Les frais de passation de commande sont :

1re hypothèse : 84 × 4 = 336 F
2e hypothèse : 84 × 8 = 672 F

Comme il n'y a pas eu de rupture de stock, pour trouver la solution la moins onéreuse, il suffit d'additionner, dans chaque hypothèse, les frais de passation de commande et les frais de possession :

1re hypothèse : 336 + 1 217 = 1 553 F
2e hypothèse : 672 + 913 = 1 585 F

L'écart est très faible (2 %) et, compte tenu des erreurs d'estimation commises dans les divers calculs, il n'est pas possible de se prononcer.

PROBLÈME N° 3

◆ Calendrier d'approvisionnement et quantité économique de commande

Il s'agit ici d'une application pratique de construction d'un calendrier d'approvisionnement et d'utilisation des formules relatives aux quantités à commander.

ÉNONCÉ

Approvisionnement en huiles et graisses aux « Engrenages de l'Argonne »

L'achat des huiles de coupe, huiles de graissage et graisses pour les machines des quatre usines est un poste important dans les achats de produits divers. Les services d'entretien des usines ont retenu une gamme réduite de produits permettant de satisfaire l'ensemble des besoins, ce qui autorise l'achat de chacun des produits en quantités relativement importantes et donc à des conditions de prix intéressantes ; par ailleurs, la gestion des stocks en est facilitée et les stocks de protection peuvent être relativement faibles grâce au foisonnement des besoins.

Dans ces conditions, l'achat des huiles et graisses est centralisé à la Direction des achats qui négocie avec le fournisseur des marchés d'une durée de deux ans fixant entre autres les prix, les délais de livraison et les quantités approximatives qui seront achetées en deux ans. Il ne reste plus alors qu'à émettre en cours d'année des commandes de livraison au fur et à mesure des besoins ; celles-ci fixent les quantités précises à livrer à chaque usine. La Direction des achats a choisi le premier quart de juin comme date de base des huiles et graisses ; à cette époque toutes les huiles et graisses doivent faire l'objet d'un réapprovisionnement dans les quatre usines.

Les délais d'approvisionnement sont compris entre deux et quatre semaines mais pour réduire les frais de transport, il est demandé au fournisseur de livrer en même temps tous les produits commandés sur la même commande. Enfin, dans le but d'éviter des achats de dépannage très coûteux (prix unitaires et frais de transport très élevés lors d'achats par petites quantités), les ruptures de stock doivent être évitées.

Compte tenu de l'historique des besoins à l'usine de Briey, des prix unitaires et conditionnements des divers produits (tableau figure 9.8), et des résultats trouvés au problème n° 2, il faut :

— Trouver, à la fin de chacune des deux années de l'historique, la période économique de commande, la quantité commandée en moyenne à chaque commande, la quantité économique de commande.

— Construire le calendrier d'approvisionnement de l'usine de Briey.

— Examiner si l'adoption d'un stock de protection couvrant systématiquement un mois de besoins mensuels moyens serait une solution simple et efficace.

HISTORIQUE DES BESOINS A L'USINE DE BRIEY

MOIS	Huiles de coupe			Huiles de graissage				Graisses				
	A	B	C	A	B	C	D	A	B	C	D	E
	2 F/l	3 F/l	6 F/l	8 F/l	10 F/l	11 F/l	14 F/l	6 F/kg	8 F/kg	9 F/kg	11 F/kg	15 F/kg
	Fût 200 l	Fût 200 l	Fût 200 l	Bidon 50 l	Bidon 50 l	Bidon 50 l	Bidon 50 l	Bidon 20 kg	Bidon 5 kg	Bidon 20 kg	Bidon 20 kg	Bidon 5 kg
J	800	200	100	150	40	90	550	400	8	180	600	30
F	500	500	300	60	20	100	500	450	12	100	800	10
M	900	600	200	100	40	80	300	350	16	80	1 000	15
A	400	400	300	80	30	40	600	200	10	90	400	40
M	600	300	400	120	10	50	400	600	9	130	900	10
J	300	700	100	140	30	100	200	350	11	150	1 200	20
J	700	200	200	90	20	70	150	350	6	60	700	25
A	800	400	200	110	40	60	450	500	10	140	1 100	10
S	500	300	300	130	20	100	350	450	8	50	500	20
O	600	500	100	70	10	90	250	300	7	160	600	15
N	700	500	400	100	20	80	500	400	12	110	1 000	10
D	400	300	200	120	30	50	450	350	10	120	900	30
Total	7 200	4 900	2 800	1 270	310	910	4 700	4 700	119	1 390	9 700	235
J	600	500	300	120	30	60	400	500	18	60	800	20
F	900	300	200	100	40	40	300	200	9	140	700	20
M	300	300	100	80	30	100	550	600	7	100	600	10
A	700	600	300	120	20	50	250	400	20	70	1 100	20
M	800	500	200	60	20	90	500	300	6	90	800	30
J	500	400	300	60	10	40	350	350	14	80	500	30
J	600	700	400	110	30	60	600	300	12	160	1 000	15
A	400	600	200	80	20	80	400	350	7	70	800	40
S	400	500	200	130	30	80	500	400	10	100	1 200	10
O	800	200	300	90	20	100	400	400	15	80	900	20
N	400	400	200	90	40	40	200	300	5	90	700	30
D	700	500	400	100	20	70	350	500	8	70	1 000	20
Total	7 100	5 500	3 100	1 140	310	810	4 800	4 600	131	1 110	10 200	265

Fig. 9.8

SOLUTION

On remarque d'abord que les besoins varient peu d'une année à l'autre; il n'y a donc tendance ni à la hausse, ni à la baisse.

D'autre part, les demandes moyennes mensuelles, les demandes mensuelles minimales et les demandes mensuelles maximales sont les suivantes :

Désignation du produit	Demande moyenne mensuelle 1re année	2e année	Demande mensuelle minimale	maximale
Huile de coupe				
A	600	592	300	900
B	408	458	200	700
C	233	258	100	400
Huile de graissage				
A	106	95	60	150
B	26	26	10	40
C	76	68	40	100
D	392	400	150	600
Graisse				
A	392	383	200	600
B	10	11	5	20
C	116	93	50	180
D	808	850	400	1 200
E	20	22	10	40

Les demandes mensuelles restent donc comprises à l'intérieur d'une fourchette dont la partie basse est voisine de la moitié de la demande moyenne mensuelle et dont la partie haute est inférieure au double de la moyenne. En outre, on ne remarque aucune saisonnalité des besoins. On peut donc utiliser les méthodes de base pour le réapprovisionnement des huiles et graisses.

Périodes économiques de commande

Par application de la formule donnée au chapitre 2, page 37, on

trouve que les seuils, en valeur de consommation annuelle, qui séparent les articles de période 1 - 2 - 3 - 6 - 12 mois sont les suivants, sachant que les frais de passation d'une commande d'un produit parmi les produits divers sont de 90 F et que le taux des frais de possession est de 26 % (valeurs trouvées dans la solution du problème n° 2).

Valeurs des seuils	Période économique de commande
	1 mois
$\frac{288 \times 90}{1 \times 2 \times 0{,}26} \cong 50\,000$ F	2 mois
$\frac{288 \times 90}{2 \times 3 \times 0{,}26} \cong 16\,600$ F	3 mois
$\frac{288 \times 90}{3 \times 6 \times 0{,}26} \cong 5\,500$ F	6 mois
$\frac{288 \times 90}{6 \times 12 \times 0{,}26} \cong 1\,400$ F	12 mois

En appelant V la consommation annuelle en quantité, u le prix unitaire, p la période économique de commande, on obtient donc les résultats suivants donnés dans le tableau figure 9.9.

On remarque que les périodes économiques de commande ne changent pas d'une année à l'autre.

Quantités économiques de commande

Elles sont données par la formule de Wilson. Compte tenu des frais de passation d'une commande d'un produit (90 F) et du taux des frais de possession du stock (26 %), ces quantités sont :

$$Q_e = \sqrt{\frac{2 \times 90}{0{,}26} \times \frac{V}{u}}$$

Désignation du produit	Première année						Deuxième année					
	V	u F	Vu F	p mois	Quantité moyenne par commande		V	u F	Vu F	p mois	Quantité moyenne par commande	
					Théorique	Arrondie					Théorique	Arrondie
Huile de coupe												
A	7 200	2	14 400	3	1 800	1 800	7 100	2	14 200	3	1 775	1 800
B	4 900	3	14 700	3	1 225	1 200	5 500	3	16 500	3	1 375	1 400
C	2 800	6	16 800	2	467	400	3 100	6	18 600	2	517	600
Huile de graissage												
A	1 270	8	10 160	3	318	300	1 140	8	9 120	3	285	300
B	310	10	3 100	6	155	150	310	10	3 100	6	155	150
C	910	11	10 010	3	228	250	810	11	8 910	3	203	200
D	4 700	14	65 800	1	392	400	4 800	14	67 200	1	400	400
Graisses												
A	4 700	6	28 200	2	783	780	4 600	6	27 600	2	767	780
B	119	8	952	12	119	120	131	8	1 048	12	131	130
C	1 390	9	12 510	3	348	360	1 110	9	9 990	3	278	280
D	9 700	11	101 700	1	808	820	10 200	11	112 200	1	850	860
E	235	15	3 525	6	118	120	265	15	3 975	6	133	135

Fig. 9.9

Ce qui donne les résultats suivants :

Désignation du produit	Première année		Deuxième année	
	Quantité économique		Quantité économique	
	Théorique	Pratique	Théorique	Pratique
Huile de coupe				
A	1 579	1 600	1 567	1 600
B	1 063	1 000	1 126	1 200
C	568	600	598	600
Huile de graissage				
A	331	350	314	300
B	146	150	146	150
C	239	250	226	250
D	482	500	487	500
Graisses				
A	736	740	728	740
B	101	100	106	105
C	327	340	292	300
D	781	780	801	800
E	104	105	111	110

On remarque qu'il y a peu de changements des quantités économiques arrondies au multiple entier le plus proche des conditionnements.

Calendrier d'approvisionnement

La date de base étant le premier quart de juin, le calendrier d'approvisionnement se déduit des périodes économiques de commande, étant entendu que les quantités à commander sont calculées dans le premier quart du mois de commande.

Produits	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Huile de coupe												
A			X			X			X			X
B			X			X			X			X
C		X		X		X		X		X		X
Huile de graissage												
A			X			X			X			X
B						X						X
C			X			X			X			X
D	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Graisses												
A		X		X		X		X		X		X
B						X						
C			X			X			X			X
D	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
E						X						X
Nombre de produits commandés	2	4	7	4	2	12	2	4	7	4	2	11

Dans l'année, il y aura donc 12 commandes, avec un nombre moyen d'articles par commande égal à :

$$\frac{2 + 4 + 7 + 4 + 2 + 12 + 2 + 4 + 7 + 4 + 2 + 11}{12} = 5$$

Stock de protection

Pour vérifier si un stock de protection couvrant systématiquement un mois de besoins mensuels moyens est bien adapté, sachant que les ruptures de stock doivent être évitées, il faut trouver pour chaque produit la demande la plus forte pendant $p + d$ mois consécutifs au cours des deux années connues et en déduire le stock de protection idéal.

— Huile de coupe A $- p + d = 4$ mois

Demande maximale : 2700 entre février et mai de la deuxième année.

Avec le stock de protection proposé, on peut satisfaire une demande égale à :

$$\frac{7200 + 7100}{24} \times 5 = 596 \times 5 = 2980$$

Il suffirait que le stock de protection couvre :

$$\frac{2\,700}{596} - 4 = 0{,}53 \text{ mois}$$

— Huile de coupe B – $p + d = 4$ mois

Demande maximale : 2 200 entre avril et juillet de la deuxième année.

Avec le stock de protection proposé, on peut satisfaire une demande égale à :

$$\frac{4\,900 + 5\,500}{24} \times 5 = 433 \times 5 = 2\,165$$

Il faudrait que le stock de protection couvre :

$$\frac{2\,200}{433} - 4 = 1{,}08 \text{ mois}$$

— Huile de coupe C – $p + d = 3$ mois

Demande maximale : 900 entre mars et mai de la première année.

Avec le stock de protection proposé, on peut satisfaire une demande égale à :

$$\frac{2\,800 + 3\,100}{246} \times 4 = 246 \times 4 = 984$$

Il suffirait que le stock de protection couvre :

$$\frac{900}{246} - 3 = 0{,}66 \text{ mois}$$

— Huile de graissage A – $p + d = 4$ mois

Demande maximale : 470 entre juin et septembre de la première année.

Avec le stock de protection proposé, on peut satisfaire une demande égale à :

$$\frac{1\,270 + 1\,140}{24} \times 5 = 100 \times 5 = 500$$

Il suffirait que le stock de protection couvre :

$$\frac{470}{100} - 4 = 0{,}7 \text{ mois}$$

— Huile de graissage B – $p + d = 7$ mois

Demande maximale : 190 de janvier à juillet de la première année.

Avec le stock de protection proposé, on peut satisfaire une demande égale à :

$$\frac{310 + 310}{24} \times 8 = 26 \times 8 = 208$$

Il suffirait que le stock de protection couvre :

$$\frac{190}{26} - 7 = 0{,}3 \text{ mois}$$

— Huile de graissage C − $p + d = 4$ mois

Demande maximale : 330 de juin à septembre de la première année.

Avec le stock de protection proposé, on peut satisfaire une demande égale à :

$$\frac{910 + 810}{24} \times 5 = 72 \times 5 = 360$$

Il suffirait que le stock de protection couvre :

$$\frac{330}{72} - 4 = 0{,}58 \text{ mois}$$

— Huile de graissage D − $p + d = 2$ mois

Demande maximale : 1 050 en janvier/février de la première année.

Avec le stock de protection proposé, on peut satisfaire une demande égale à :

$$\frac{4\,700 + 4\,800}{24} \times 3 = 396 \times 3 = 1\,188$$

Il suffirait que le stock de protection couvre :

$$\frac{1\,050}{396} - 2 = 0{,}65 \text{ mois}$$

— Graisse A − $p + d = 3$ mois

Demande maximale : 1 300 de mai à juillet de la première année.

Avec le stock de protection proposé, on peut satisfaire une demande égale à :

$$\frac{4\,700 + 4\,600}{24} \times 4 = 388 \times 4 = 1\,552$$

Il suffirait que le stock de protection couvre :

$$\frac{1\,300}{388} - 3 = 0{,}35 \text{ mois}$$

— Graisse B − $p + d = 13$ mois

Demande maximale : 147 d'octobre à octobre.

Avec le stock de protection proposé, on peut satisfaire une demande égale à :

$$\frac{119 + 131}{24} \times 14 = 10{,}4 \times 14 = 146$$

Il faudrait que le stock de protection couvre :

$$\frac{147}{10,4} - 13 = 1,13 \text{ mois}$$

— Graisse C − $p + d = 4$ mois

Demande maximale : 480 de mai à août de la première année.

Avec le stock de protection proposé, on peut satisfaire une demande égale à :

$$\frac{1\,390 + 1\,110}{24} \times 5 = 104 \times 5 = 520$$

Il suffirait que le stock de protection couvre :

$$\frac{480}{104} - 4 = 0,62 \text{ mois}$$

— Graisse D − $p + d = 2$ mois

Demande maximale : 2 100 en mai-juin de la première année.

Avec le stock de protection proposé, on peut satisfaire une demande égale à :

$$\frac{9\,700 + 10\,200}{24} \times 3 = 829 \times 3 = 2\,487$$

Il suffirait que le stock de protection couvre :

$$\frac{2\,100}{829} - 2 = 0,55 \text{ mois}$$

— Graisse E − $p + d = 7$ mois

Demande maximale : 175 de mai à novembre de la deuxième année.

Avec le stock de protection proposé, on peut satisfaire une demande égale à :

$$\frac{235 + 265}{24} \times 8 = 21 \times 8 = 168$$

Il faudrait que le stock de protection couvre :

$$\frac{175}{21} - 7 = 1,33 \text{ mois}$$

En conclusion, adopter systématiquement un stock de protection couvrant un mois de demande moyenne mensuelle conduirait, soit à posséder un stock trop élevé, soit à des ruptures de stock. Ce n'est pas une bonne solution.

Avec la méthode de réapprovisionnement au point de commande, avec un délai d'approvisionnement d'un mois, les stocks de protection nécessaires seraient les suivants donnés dans le tableau figure 9.10.

Produit	Demande maximale sur un mois	Demande moyenne mensuelle	Stock de protection nécessaire
Huile de coupe			
A	900	596	$\frac{900}{596} - 1 = 0{,}51$ mois
B	700	433	$\frac{700}{433} - 1 = 0{,}62$ mois
C	400	246	$\frac{400}{246} - 1 = 0{,}63$ mois
Huile de graissage			
A	150	100	$\frac{150}{100} - 1 = 0{,}5$ mois
B	40	26	$\frac{40}{26} - 1 = 0{,}54$ mois
C	100	72	$\frac{100}{72} - 1 = 0{,}39$ mois
D	600	396	$\frac{600}{396} - 1 = 0{,}52$ mois
Graisse			
A	600	388	$\frac{600}{388} - 1 = 0{,}55$ mois
B	20	10,4	$\frac{20}{10{,}4} - 1 = 0{,}92$ mois
C	180	104	$\frac{180}{104} - 1 = 0{,}73$ mois
D	1 200	829	$\frac{1\,200}{829} - 1 = 0{,}45$ mois
E	40	21	$\frac{40}{21} - 1 = 0{,}82$ mois

Fig. 9.10

CONCLUSION

La technique du « plan d'approvisionnement », fournit un instrument de gestion économique des stocks. Et si la méthodologie développée fait parfois appel à des développements mathématiques qui peuvent paraître rébarbatifs, son application pratique est extrêmement simple.

En gestion manuelle, des documents adaptés, fiches de stockage et fiches d'approvisionnement, et des approximations acceptables, limitent l'emploi des mathématiques à de simples additions, soustractions et multiplications de grandeurs facilement connues. L'exploitation journalière n'exige donc pas de connaissances approfondies en mathématiques et la gestion économique des stocks peut être réalisée dans toute entreprise, sans d'autres contraintes que l'ordre et l'application.

En gestion automatisée, sur ordinateur, le processus exposé permet une transition aisée à partir de structures saines et de méthodes efficaces ; autorisant un raffinement dans la détermination des valeurs des paramètres et dans l'exploitation de la méthode, il est générateur d'un accroissement de productivité ayant des répercussions bénéfiques sur l'ensemble des activités de l'entreprise.

Cependant, les résultats obtenus grâce à une gestion économique des stocks ne seront pleinement rentabilisés que si tout le contexte est lui-

même l'objet de soins attentifs : standardisation, analyse de la valeur, programmation des ventes, ordonnancement des travaux, prévisions de consommation, comptabilité des stocks, achats, règlement des factures, politique budgétaire. Mais ce n'est pas là une raison qui justifie des atermoiements dans l'utilisation d'une technique de gestion économique des stocks. Au contraire, les progrès réalisés par la fonction « Approvisionnements » dans l'entreprise, serviront d'aiguillon pour d'autres fonctions qui auraient des difficultés à s'adapter au rythme de la vie économique moderne.